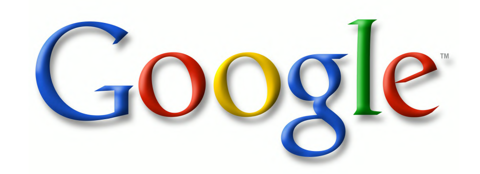
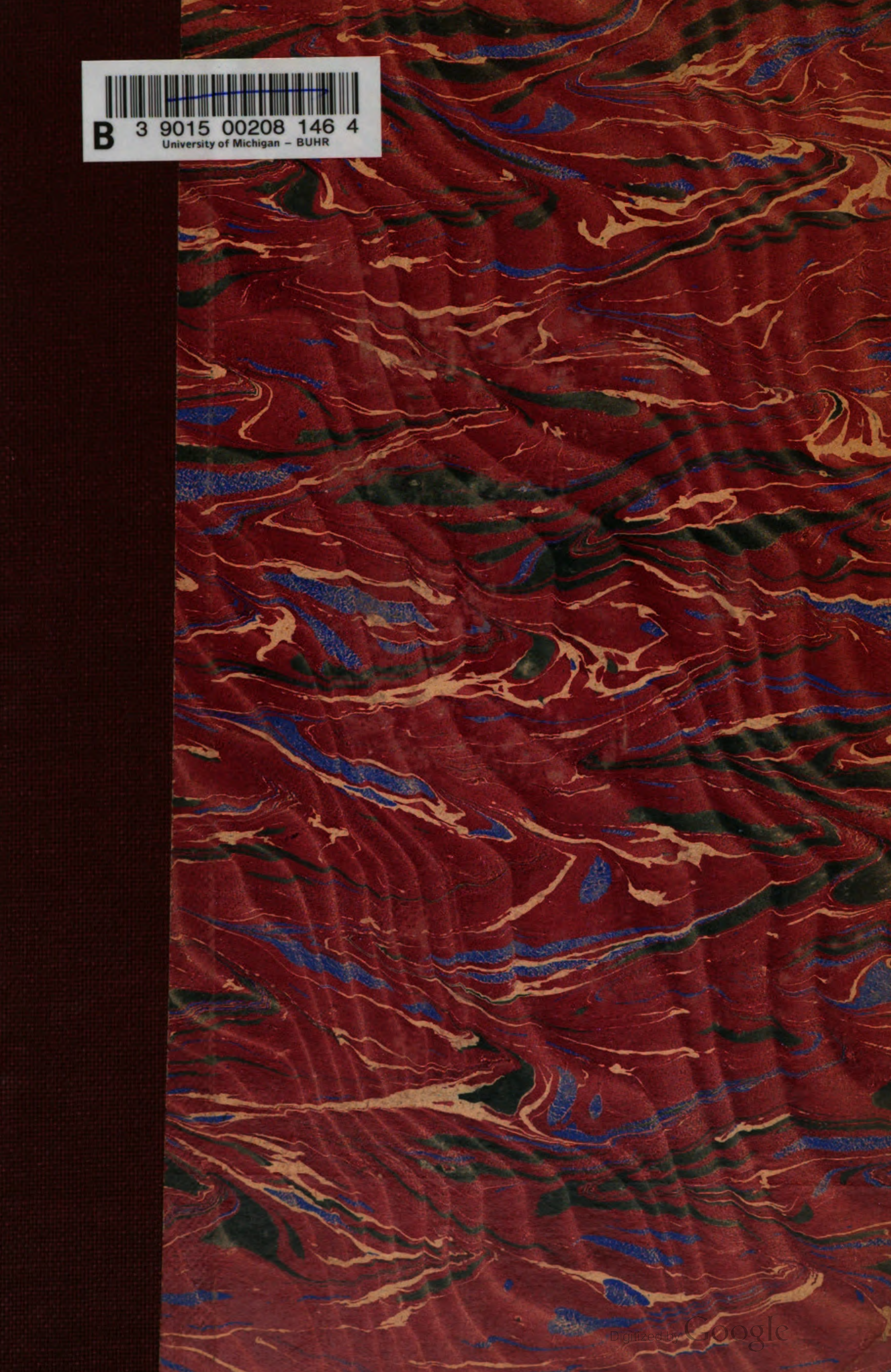
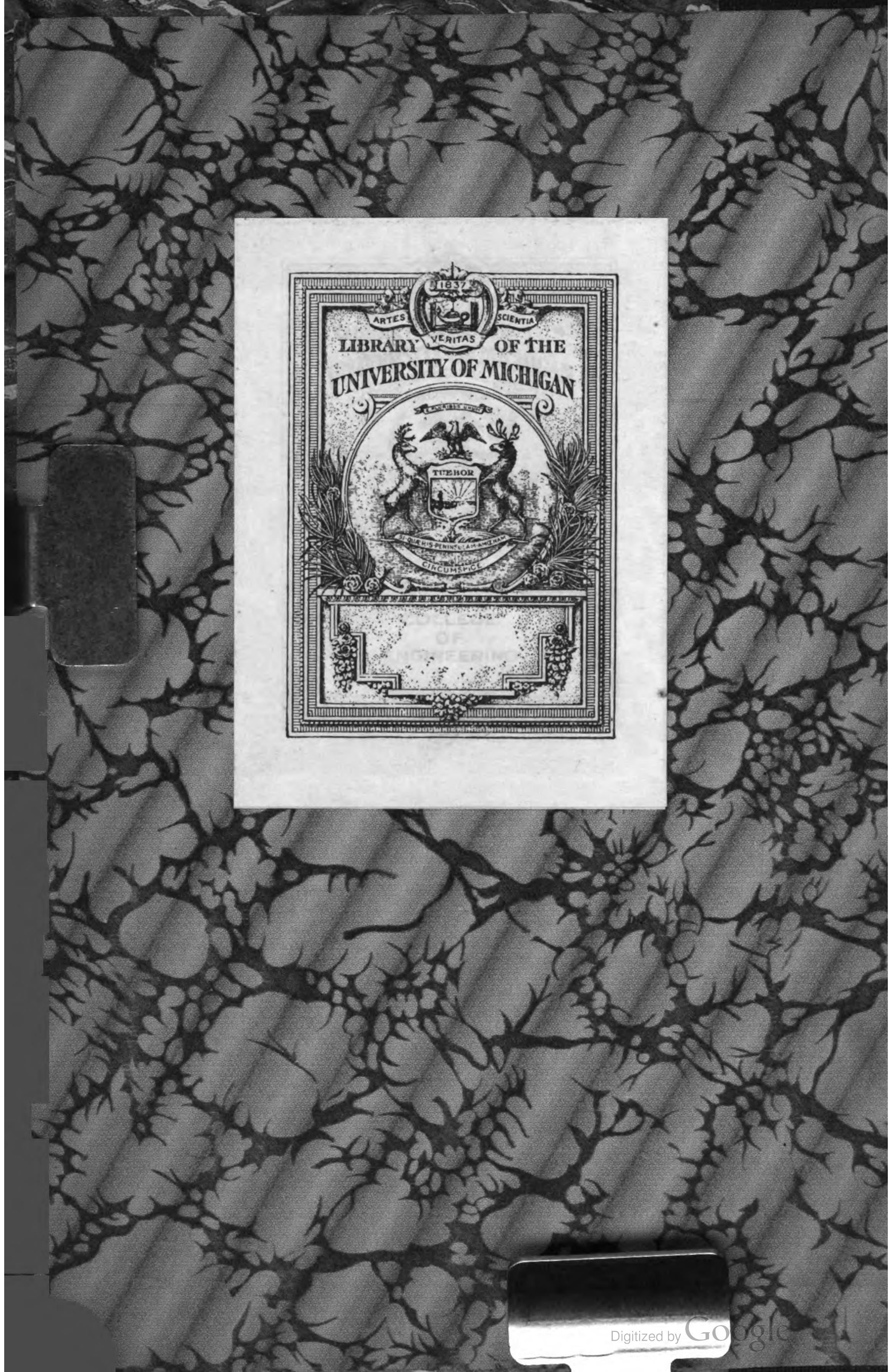





1837
ARTES
VERITAS
SCIENTIA
LIBRARY OF THE
UNIVERSITY OF MICHIGAN
TUEBOR
CIRCUMSPICE



COMPTES RENDUS DES SÉANCES

DU

3e CONGRÈS INTERNATIONAL

D'ÉLECTROLOGIE

ET

DE RADIOLOGIE

MÉDICALES

(MILAN: 5-9 Septembre 1906)

PUBLIÉS PAR LES SOINS DE

M. LE Dr C. LURASCHI

Secrétaire général du Comité d'organisation

LILLE

IMPRIMERIE ET LIBRAIRIE CAMILLE ROBBE, ÉDITEUR

209, Rue Léon-Gambetta, 209

1906

RÈGLEMENT

Article premier.

Conformément à la décision du Comité directeur, en date du 16 novembre 1905, le troisième Congrès international d'Electrologie et de Radiologie médicales se tiendra à Milan, en 1906.

Art. 2.

Ce Congrès s'ouvrira le 5 septembre, dans les salles de l'Ecole Marzoni, 3, via Manix, Milan ; sa durée sera de cinq jours.

Art. 3.

Seront membres du Congrès, les personnes qui auront adressé leur adhésion au Secrétaire de la Commission d'organisation avant l'ouverture de la session, ou qui se feront inscrire pendant la durée de celle-ci et qui auront acquitté la cotisation, dont le montant est fixé à 25 francs pour les membres adhérents et à 12 fr. 50 pour les membres associés. La Commission d'organisation statue sur la demande d'admission.

Art. 4.

Les membres du Congrès recevront une carte qui leur sera délivrée par les soins du Comité d'organisation.

Art. 5.

Le Bureau du Comité d'organisation fera procéder, lors de la première séance, à la nomination du Bureau du Congrès, qui aura la direction des travaux de la session.

Art. 6.

Le Bureau du Congrès fixe l'ordre du jour de chaque séance.

Art. 7.

Une salle spéciale sera réservée dans les locaux de l'Ecole Marzoni pour la présentation d'appareils et d'instruments.

Art. 8.

Les membres du Congrès, les délégués des Administrations publiques italiennes et les délégués des Gouvernements étrangers ont seuls le droit d'assister aux séances, de présenter des travaux ou des appareils et de prendre part aux discussions.

ART. 9.

Aucun travail ne peut être présenté en séance, ni servir de point de départ à une discussion si, avant le 15 août 1906, l'auteur n'en a communiqué le résumé ou les conclusions au Comité directeur qui décidera de la suite à lui donner.

ART. 10.

Les orateurs ne peuvent occuper la tribune pendant plus de dix minutes, ni parler plus de deux fois dans la même séance sur le même sujet, à moins que l'Assemblée, consultée, n'en décide autrement.

ART. 11.

Les membres du Congrès qui auront pris la parole dans une séance devront remettre au Secrétaire général, dans les 24 heures, un résumé de leurs communications, pour la rédaction des procès-verbaux. Dans le cas où ce résumé n'aurait pas été remis, le texte rédigé par les soins du Secrétaire en tiendra lieu, ou le titre seul sera mentionné.

ART. 12.

Le Bureau pourra demander des rédactions aux auteurs des résumés; il pourra effectuer ces rédactions ou décider que le titre seul sera inséré, si l'auteur n'a pas remis le résumé modifié en temps utile.

ART. 13.

Un compte rendu détaillé des travaux du Congrès sera publié par les soins du Bureau.

ART. 14.

Le Bureau du Congrès statue en dernier ressort sur tout incident non prévu au Règlement.

ART. 15.

Seuls les adhérents au Congrès jouiront des avantages que les Compagnies de chemins de fer voudront bien accorder aux membres du Congrès.

COMMISSION INTERNATIONALE

BUREAU :

Président :

M. le Dr A. TRIPIER.

Secrétaire général :

M. E. DOUMER, Professeur à l'Université de Lille.

Secrétaire adjoint :

M. le Dr A. MOUTIER.

Trésorier :

M. le Dr BOISSEAU DU ROCHER.

MEMBRES DE LA COMMISSION

MM. le Professeur BENEDIKT, de Vienne.
le Professeur LEDUC, de Nantes.
le Professeur SCHATSKY, de Moscou.
le Professeur SCHIFF, de Vienne.
le Professeur WEISS, de Paris.
le Professeur WERTHEIM-SALOMONSON, d'Amsterdam.

CORRESPONDANTS DE LA COMMISSION INTERNATIONALE

ALLEMAGNE. — M. *Mann* (Ludwig), de Breslau.
AUTRICHE-HONGRIE. — M. le Professeur *Schiff*, de Vienne.
BELGIQUE. — M. *A. Libotte*, de Bruxelles.
BRÉSIL. — M. *Edmundo Xavier*, de San-Paulo.
CANADA. — M. *C. H. de Blois*, de Trois-Rivières.
ESPAGNE. — M. *Luis Circra Salse*, de Barcelone.
GRÈCE. — M. *Vlavianos*, d'Athènes.
MEXIQUE. — M. *Gustavo O'Farrill*, de Puébla.
PORTUGAL. — M. *Virgilio Machado*, de Lisbonne.
PAYS-BAS. — M. le Professeur *Wertheim-Salomonson*, d'Amsterdam.
GRANDE-BRETAGNE. — M. *George Herschell*, de Londres.
SUISSE. — M. *Schnyder*, de Berne.
RÉPUBLIQUE ARGENTINE. — M. *R. Sudnik*, de Buenos-Ayres.

COMITÉ D'ORGANISATION

Présidents d'honneur :

M. le Professeur Camillo Golgi, Sénateur, Professeur à l'Université de Pavia.

M. le Professeur Luigi Mangiagalli, Sénateur, Professeur d'obstétrique, Directeur des Instituts cliniques de Milan.

Président :

M. le Professeur Camillo Bozzolo, Professeur de Clinique médicale à l'Université de Turin.

Vice-Président :

M. le Professeur Edouard Bonardi, Médecin principal de l'Hôpital-majeur de Milan.

Secrétaire général :

M. le Dr Carlo Luraschi, Directeur de l'Institut d'électricité médicale de Milan.

Trésorier :

M. le Dr Achille Zuffi, Directeur de l'Institut orthopédique de Milan.

Secrétaires :

MM. le Dr Italo Tonta.
le Dr Paolo Pini.
le Dr Luigi Parola.
le Dr Emilio Vigano.

LISTE DES ADHÉRENTS

MM. ALLGEYER (le professeur V.), 129, V. Nizza, Turin.
ARMAN (le Dr Domenico d'), 5681, Calle della Nave, Venise.
ARMET DE LISLE, Nogent-sur-Marne.
ARNO (le professeur Marco), Politecnico, Milan.
BALZARINI (M. Emilio), Piazza S. Nazaro, Milan.
BARRIENTOS (le Dr Antonio-Marrieta), V. Altaro, 9, Altos, Mexique.
BELLEMANIÈRE (le Dr), rue de Rome, Paris.
BELLINI (le Dr Angelo), 234, V. Monte Napoléoni, Milan.
BELOT (le Dr), 36, rue Bellechasse, Paris.
BERGONIÉ (le professeur), 6 *bis*, rue du Temple, Bordeaux.
BERNACCHI (le Dr Luigi), 7, V. Paolo Sarpi, Milan.
BERTARELLI (le Dr Ambrogio), 1, V. S. Orsola, Milan.
BERTOLOTTI (le Dr Mario), 8, V. Gaito, Turin.
BOGGIO (le Dr Eugenio), Bordighiera.
BOISSEAU DU ROCHER (le Dr), 9, rue d'Habsbourg, Paris.
BONARDI (le professeur Edoardo), 31, V. Donizetti, Milan.
BONNEFOY (le Dr), Villa Volta, Cannes.
BORDONI (le professeur Luigi), Siena.
BOZZOLO (le professeur Camillo), 20, V. Marsala, Turin.
BRIQUET (le Dr), 5, rue Nationale, Armentières (Nord).
BUSCAGLIA (le Dr Félice), V. S. Giuseppe-Biella, S. Paolo, Brésil.
BUSI (le Dr Aristide), Ospedale di Bologna, Gabinetto di Radiologia.
CAPRIATI (le professeur Vito), 67, V. Bellini, Naples.
CARPI (le Dr Umberto), 19, V. Alda Manuzio, Milan.
CASARES (le Dr Gil), Barcelone.
CASTRUCCIO (le Dr Rodolpho), Sestri Levante.
CIRERAY SALSE (le Dr L.), Fontanells, 17, Rùl, Barcelone.
CLUZET (le professeur), 45, rue de Metz, Toulouse.
COMAS Y SLABERIA (le Dr César), Barcelone.
CAMPASTANO (M. Guilio), V. Cesare Contà, Milan.

MM. DACCO (le professeur Emilio), 17, V. Commanda, Milan.
DALMAZZO (le Dr Cesare), 40, V. Quintino Sella, Turin.
DE BECKER (le Dr), 6, Square de la Tour Maubourg, Paris.
DE BLOIS (le Dr Charles), Trois-Rivières, Canada.
DELHERM (le Dr), 2, rue de la Bienfaisance, Paris.
DELLA TORRE (le professeur), Roma.
DENOYEZ (le Dr), Descente de la Citadelle, Béziers.
DOBRJANSCKI (le Dr Josef de), Conseiller de la Couronne, Saint-Pétersbourg.
DOBRJANSCKI (Madame).
DOUMER (le professeur E.), 57, rue Nicolas-Leblanc, Lille.
DUPONT (le Dr), Hôpital militaire, Bruxelles.
EGUREN (le Dr Francisco), Valladolid.
FOCHESSATI (le professeur A.), 54, V. Mazzini, Bologne.
FATO (le Dr Giuseppe), 273, V. Principe Amedeo, Bari.
FONTANA (le Dr Mario), Salsomaggiore.
FORT (le Dr), 25, rue Caumartin, Paris
FOVEAU DE COURMELLES (le Dr), 26, rue de Châteaudun, Paris.
FRANÇOIS (le Dr), Saint-Ouen (Seine).
GABRIELLI (le Dr Ernesto), 31, V. Valfonda, Firenze.
GABRIELLI (le Dr Sra E.), 31, V. Valfonda, Firenze.
GALEAZZI (le professeur Riccardo), Istituto rachitici, Milan.
GANDIL (le Dr), 6, avenue Masséna, Nice.
GASTOU (le Dr Paul), 47, rue de Rome, Paris.
GAVAZZENI (le Dr Silvio), 28, V. S. Bernardino, Bergame.
GHIRELLI (le Dr), Piazza S. Pietro e Lino, Milan.
GRAMEGNA (le Dr Alberto), 49, V. Bertola, Turin.
GRAZIADEI (le professeur Bonaventura), Ospedale Mauriziano, Turin.
GRASSI (le professeur Francesco), 2, V. Bossi, Milan.
GUILLEMINOT (le Dr), 184, rue de Rivoli, Paris.
GUILLEMONAT (le Dr), 18, avenue de l'Opéra, Paris.
GUILLOZ (le professeur), 38, place de la Carrière, Nancy.
HANEZ (le Dr Orlapont), Valence, Espagne.
HARET (le Dr), 8, rue Pierre Haret, Paris.
HARET (Mme), 8, rue Pierre Haret, Paris.
HAUCHAMPS Fils (le Dr), Hôpitaux civils, Institut de radiologie, Bruxelles.
HEEDENBERGH (le Dr), 67, r Digue du Brabant, Gand.

MM. HUDELLET (le Dr Gustave), Bordeaux.
IMMELEN (Maison Reiniger, etc.), Rome.
IOTEYKO (Melle J.), Chef de laboratoire aux Instituts Solvay, Bruxelles.
JACQUIN (le Dr), 19, Chaussée du Pont, Reims.
KEATING-HART (le Dr de), 5, boul. Notre-Dame, Marseille.
LAQUERRIÈRE (le Dr), 2, rue de la Bienfaisance, Paris.
LARAN (le Dr), rue d'Amsterdam, Paris.
LEUILLIEUX (le Dr), Conlie, Sarthe.
LEVY (le Dr), 7, V. Leopardi, Milan.
LIBERTINI (le professeur), Lecce (Manicomio).
LIBOTTE (le Dr), 23, rue du Pépin, Bruxelles.
LURASCHI (le Dr Carlo), 11, V. S Andrea, Milan.
LUZENBERGER (le Dr Auguste de), 118, V. Nardones, Naples.
LUZENBERGER (Mme A. de), 118, V Nardones, Naples.
LUZENBERGER (M. Raoul de), 118, V. Nardones, Naples.
MACHADO (le Dr Virgilio), 200, avenida du Liberdado, Lisbonne.
MANN (le Dr Ludwig), Breslau.
MANNA (le Dr Salvatore), 156, Via Mergellina. Naples.
MANZONI (le Dr Bruno), Mendrisio (Suisse).
MARGENAT (le professeur Valentin-Carulla), Mallarka, 224, pr. Barcelone.
MARINA (le Dr Alessandro), Trieste.
MASSOBRIO (le Dr Giulio), Clinica chirurgica della R. Universita, Turin.
MAZZONI (le Dr Luigi), 30, V. della Pergala, Firenze.
MINET (le Dr) 35, rue de Berlin, Paris
MONDINO (le professeur Casimiro), Pavie.
MOUTIER (le Dr A.), 11, rue Miromesnil, Paris.
MOUTIER (Mme A.), 11, rue Miromesnil, Paris.
MÜLLER (le Dr C.-H.-F.), Hamburg (Allemagne).
NORMANT (le Dr Louis-J.), Trois Rivières (Canada).
O'FARRILL (le Dr Gustavo), 3, Vittoria Puebla (Mexique).
OREFICE (le Dr Fausto), 2803, Campo S° Stefano, Venise.
OUDIN (le Dr), 12, rue de Belzunce, Paris.
PARAISO (le Dr Mariano), Saragosse.
PAROLA (le Dr Luigi), 4, V. S. Agnese, Milan.
PASCHETTA, (le Dr), 7, rue de Longchamps, Paris.
PCHÉADNIEVITCH (le Dr), 9, rue Juliette-Lambert, Paris.
PCHÉADNIEVITCH (Mme), 9, rue Juliette-Lambert, Paris.

MM. PESCAROLO (le professeur Bellom), 12, P. Vitt° Emanuele, I, Turin.
PENNATO (le Dr Papinio), Ospedale civile, Udine.
PESCI (le Dr Giacomo), Ospedale di Genova Gabinetto di Radiologia delle clinica médica.
PETIT (le Dr), 11, rue du Caire, Paris.
PINI (le professeur Giovanni), 16, V. Battisasso, Bologne
PINI (le Dr Paolo), 45, Corso Magenta, Milan.
POLI (le Dr Alcide), 33, V. Pampilo Castaldo, Milan.
PUTTI (le Dr Vittorio), Istituto Bizzoli, Bologne.
REINIGER, All., Erlangen (Allemagne).
REMARTINI (le Dr), Piazza S. Pietro e Lind, Milan.
REBAS (le Dr Cadavallo), Fontaloza (Brésil).
RIVA (le Dr Antonio), 7, V. Annunciata, Milan.
RONNEAUX (le Dr), 10, rue Lavoisier, Paris.
ROSENTHAL (le Dr), Munich (Bavière).
RUBIO (le Dr Eduardo-Bertran), Barcelone.
SARAZIN (le professeur), 22, rue Paul Bert, Angers.
SARAZIN (Mme), 22, rue Paul Bert, Angers.
SCHATZKY (le professeur), Moscou.
SCHIFF (le professeur E.), Wien (Autriche).
SCHLEUSSNER (le Dr C.), Frankfort-sur-M (Allemagne).
SCHWARZ GOTTWALD (le Dr), IX Mullergasse, 5, Wien (Autriche).
SGOBBO (le professeur F. Paolo), 389, V. Roma, Naples.
SIGALAS (le professeur), 99, rue Saint-Genès, Bordeaux
STEINER (le Dr), 12, V. Ferruccio, Rome.
TESSARO (le Dr), Padoue.
THEVENIN (le Dr), 35, rue des Ecoles, Paris.
TINTORÉ (le Dr Eduardo-Bertran), Barcelone.
TONTA (le Dr Italo), 25, Portici Settentrionali, Milan.
TRIPIER (le Dr A.) Epom (Seine-et-Oise).
URRUTIA (le Dr Joacquin), 14, Herrero Puebla (Mexique).
VALLE (le Dr Ignazio), Borella.
VALOBRA (le Dr Nino), 36, V. S. Massimo, Turin
VIANA (le Dr Giuseppe), 3, V. Giuliano, Novara.
VIGANO (le Dr Emilio), 8, V. Nerino, Milan.
VIRMERCATI (le Dr Guido), 7, V. Annunciata, Milan.
VASSILIDÈS (le Dr), 3, rue de Marseille, Athènes.
WEISS (le professeur G.), 20, avenue Jules Janin, Paris.

MM. WERTHEIM SALOMONSON (le professeur), Amsterdam.
WINKLER (le Dr Fr.), Wien (Autriche).
WULLYANOZ (le Dr), 7, rue du Grand-Chêne, Lausanne.
XAVIER (le Dr Edmundo), Sao Paolo (Brésil).
XERCAVINS (le Dr Francisco), Barcelone.
ZANIETOWSKI (le Dr Joseph), 1, rue Batorego, Cracovie.
ZANIETOWSKI (Mme Joseph), 1, rue Batorego, Cracovie.
ZUFFI (le Dr Achille), 13, V. Manin, Milan.

SÉANCE D'OUVERTURE

MERCREDI 5 SEPTEMBRE 1906

Le IIIe Congrès international d'Electrobiologie et de Radiologie médicales, s'est ouvert le mercredi 5 septembre 1906, à dix heures du matin, dans les salles de l'Ecole *Alexandre Manzoni*, mises gracieusement à sa disposition par la municipalité de Milan.

Au bureau ont pris place :

M. le professeur C. Bozzolo, président du Comité directeur, délégué du Gouvernement italien ;

M. le professeur C. Golgi, sénateur;

M. le professeur Ménozzi, assesseur d'hygiène, représentant la municipalité de Milan ;

M. le professeur E. Doumer, représentant la Commission internationale ;

M. le colonel directeur du service de santé militaire;

M. le Dr C. Luraschi, sécrétaire général du Comité d'organisation.

122 adhérents assistent à cette séance.

Discours d'inauguration du IIIe Congrès international d'Electrologie et de Radiologie médicales.

Prononcé par M. le professeur **BOZZOLO**.

Messieurs,

C'est pour moi un grand honneur, comme président du Comité local du IIIe Congrès international d'Electrologie et de Radiologie médicales, et comme représentant de S. E. le Ministre de l'Instruction publique, de pouvoir prendre la parole, le premier, devant tous ces illustres savants qui cultivent l'électrologie et la radiologie, venus ici de tous les points du monde.

Avant tout, je tiens à vous souhaiter la bienvenue et vous remercier de votre intervention et de la vaillante contribution que vous allez apporter aux différents sujets qu'on va discuter dans ce IIIe Congrès. Elles seront d'un aide puissant pour étendre et consolider de plus en plus nos connaissances scientifiques et pratiques dans le champ de l'électricité médicale, dont une branche, la radiologie, qui vient, on peut le dire, de naitre, a pourtant déjà atteint un développement d'une importance merveilleuse, inespérée, dans le domaine même des sciences médicales, non seulement en leur ouvrant de nouveaux et vastes horizons scientifiques, mais encore en mettant le médecin patricien dans la possibilité de faire avec simplicité et certitude quelques diagnostics, autrement très difficiles, incertains ou impossibles, et en lui offrant de nouveaux et puissants moyens curatifs, pour arrêter le cours fatal de maladies mortelles, auparavant rebelles à toute tentative thérapeutique, réussissant même à en vaincre quelques-unes d'une manière complète.

S. E. le Ministre a bien voulu me charger de le représenter à cette séance inaugurale par le télégramme suivant : « *Je remercie V. S. de la courtoise invitation que vous m'avez envoyée pour le Congrès international d'Electrologie et Radiologie à Milan. Je m'associe par l'esprit à vos travaux, et je vous prie de représenter le Ministère de l'Instruction publique à la Séance inaugurale* ».

Vivement je le remercie, comme je remercie l'Autorité de la Province, et l'Autorité communale de cette noble ville, et les Gouvernements étrangers, qui, en envoyant leurs représentants, ont démontré qu'ils savaient dignement apprécier l'importance de cet événement scientifique.

J'adresse mes cordiales salutations et mes remercîments tout particulier aux illustres membres du Comité international permanent, toujours alertes dans un latent travail, même dans les longues périodes entrecourantes entre les différents Congrès, et dont l'œuvre précieuse nous parait même dans l'organisation de ce dernier Congrès; à son illustre Président, *A. Tripier* — aujourd'hui malheureusement absent à cause d'une indisposition que nous lui souhaitons tout à fait passagère, — à son digne et actif Secrétaire, *E. Doumer*.

Je dois aussi un remercîment spécial à mes braves Collègues du Comité local et un vif éloge à son Secrétaire, *C. Luraschi*, à la vaillante activité duquel on est surtout redevable de la locale organisation de ce IIIe Congrès.

Ce fut dans l'année 1900, à l'occasion du grand Congrès international de médecine à Paris, qu'eut lieu, dans cette ville, le Ier Congrès d'Elec-

trologie et de Radiologie, et ce fut alors, à la suite des admirables applications de la découverte de Röntgen, qu'on sentit le besoin de spécialiser cette branche même de l'Electrologie, qui, dans un laps si court de temps avait apporté de si nombreuses et importantes applications à la médecine.

Déjà, dans ce premier Congrès, on vit paraitre d'importantes relations et communications, non seulement dans le champ de l'électrologie, telles, par exemple, — pour ne point parler des autres, — que celle du Dr *Tripier* sur les indications générales de la franklinisation, de MM. *E. Doumer* et *Oudin* sur les propriétés physiologiques et thérapeutiques des courants à haute fréquence et à haute tension, et d'autres; — mais aussi, dans le champ tout à fait nouveau de la radiologie, de *E. Grunmach*, sur les progrès réalisés dans les sciences médicales à l'aide de la radioscopie et de la radiographie, de MM. *Schiff* et *Freund* sur la radiothérapie, de M. *Béclére* sur l'application des Rayons X dans le diagnostic des affections thoraciques, de M. *Guilloz* sur la détermination précise de la position des corps étrangers dans l'organisme par les Rayons X, de *Eïd*, *Morin*, *Billon-Daguerre* et bien d'autres. — Et on présenta des méthodes et des appareils pour la mesure de la quantité et de la pénétration des Rayons.

Ce fut alors que sur la proposition de M. le Professeur *Weiss*, Président du Comité d'organisation, on établit la périodicité du Congrès international d'électrologie et de radiologie, et on constitua un comité international permanent sous la présidence de l'illustre *Tripier*. M. le Professeur *Doumer* y eut la charge de secrétaire général, et eut à publier le volume des comptes rendus de ce Ier Congrès.

Le IIme Congrès eut lieu à Berne, en 1902. Il y fut organisé par un comité local, ayant comme président effectif M. *Dubois*, et comme président d'honneur le professeur *Bénédikt*, qui l'inaugura par un de ses caractéristiques discours, pétillants d'originalité. Le succès le plus heureux couronnait ce IIme Congrès.

Pour ne toucher qu'aux sujets de radiologie qu'on y traita, je dirai qu'ils furent très abondants et très importants, soit à l'égard des applications diagnostiques et thérapeutiques, soit à l'égard de la méthode, développés, quelques-uns sous forme de rapport, comme par exemple, ceux de M. *E. Grunmach*, sur la radioscopie et radiographie des organes internes, et de M. *Béclère*, sur la radioscopie et la radiographie des organes splanchniques, quelques autres sous forme de communications, à propos desquelles, voulant même citer seulement les plus remarquables, je devrais beaucoup trop m'étendre. Je me bornerai à mentionner la présentation que M. *Holzknecht* y fit de son chromoradiomètre, et aux

nombreuses observations faites par M. *Weinberg*, dans la clinique du professeur *Von Schrötter*, de Vienne, sur les maladies thoraciques, et, d'une manière spéciale, celles du cœur et des gros vaisseaux, — aussi bien que les différentes communications sur la radiosthéréoscopie.

L'important travail de ce IIe Congrès a été résumé dans le beau volume publié à Berne, par les soins de M. le Dr *Schnyder*, secrétaire.

La décision prise à Berne de tenir le IIIe Congrès d'électrologie et radiologie à Amsterdam en 1905, a été délaissée pour l'opportunité de fêter, par un spécial « Congrès Röntgen », le dixième anniversaire de la découverte des rayons X.

Ce dernier eut effectivement lieu à Berlin, le 30 avril de l'année passée, et, si le Congrès n'a pu être honoré par la présence de l'illustre savant qui avait découvert ces rayons, il fut en partie récompensé de cette absence par un de ses télégrammes, qui est digne d'être imprimé en caractères ineffaçables dans les *Annales de la Radiologie* : « *Je vous remercie* », mandait l'illustre professeur, « *pour les salutations que vous m'avez envoyées. Je vous prie de vouloir bien accepter, en revanche, l'assurance que je suis plein de merveille et de joie pour tout ce que le travail des autres — dont beaucoup se trouvent à ce moment réunis à ce Congrès — a su faire de la découverte des rayons X.* »

Le Comité international établit donc, comme époque pour la réunion du IIIe Congrès, l'année 1906, et Amsterdam, n'ayant pu l'accueillir, il désigna comme siège notre ville de Milan, d'autant plus digne de l'être, qu'avec une admirable fermeté, se fiant seulement à son initiative et à ses forces, elle présentait au monde civilisé, réuni dans une magnifique exposition, dans un concours international, les produits, non seulement des industries et des commerces, mais aussi de la science, de l'art, et de toute espèce de travail.

Le Comité local, d'accord avec le Comité international permanent, a fixé le programme et l'ordre des sujets à traiter. Nous sommes persuadés que le résultat répondra aux soins que les Comités lui ont dédiés et que le succès de ce dernier Congrès sera aussi grand et son importance aussi grande que ceux des deux Congrès qui l'ont précédé.

MESSIEURS,

Parmi les sciences accessoires de la médecine, l'électrologie médicale est une de celles qui ont fait les progrès les plus rapides.

Nous avons vu, en effet, s'ajouter aux formes déjà connues de l'énergie électrique, — telles que le courant statique et les courants galvaniques et faradiques, — des formes nouvelles dont l'utilité thérapeutique s'impose de plus en plus. Ce sont les courants à haute fréquence,

les courants sinusoïdaux et ondulatoires, les courants de Morton, et, d'une manière spéciale, les radiations de Röntgen. Et de là, pour conséquence, toute une gamme de radiations différentes, produites par les courants de Hertz, par les ondulations lumineuses ultra-violettes, etc.

Plus récemment, on vient de créer, pour ainsi dire, une science nouvelle : l'électro-chimie.

En étudiant les phénomènes vitaux, les échanges osmotiques, la migration des ions dans les mollécules, on a pu constater que tous ces phénomènes sont liés à des phénomènes électriques, de manière que l'on peut dire que l'*électrologie médicale* doit comprendre aussi cette partie de la physique biologique qui remonte presque à la conception même de la vie, c'est-à-dire à l'*électrogénèse animale*, que Mendelssohn le premier a entrevue.

Pour ce qui a plus directement rapport à la médecine, on doit remarquer quel développement et quel progrès énormes ont atteint l'électro-diagnostic et le radiodiagnostic, tandis que le diagnostic au moyen de l'électricité comprenait, hier seulement, un chapitre bien limité de la pathologie du système neuro-musculaire.

Pour ce qui regarde la technique, on doit relever la relative perfection déjà obtenue dans les appareils de dosage, de manière qu'actuellement on peut, en électricité, établir des mesures précises, quelle que soit la modalité utilisée, et avoir un mode meilleur de coordonner, contrôler et multiplier les recherches des différents observateurs.

L'électricité, en effet, doit être considérée comme un agent physique protéiforme, dont les diverses modalités ont de spéciales propriétés physiologiques et thérapeutiques. De là la nécessité de trouver, au milieu de cette apparente complication, des méthodes rigoureusement scientifiques pour pouvoir évaluer et doser les diverses sources de l'énergie électrique. Aujourd'hui on a atteint ce but grâce aux fructueuses recherches dans le champ de l'électrologie pure de D'Arsonval, par le dosage des différents courants de Salomonson, par la mesure de l'étincelle dans les transformateurs à circuit ouvert, et dans le champ de la radiologie, par celles de Benoist, de Holzknecht, de Sabouraud et Noiré, qui, ayant eu recours à la physique et à la chimie, sont parvenus à nous fournir d'admirables appareils de mesure qualitative et quantitative des rayons X.

Bien intéressantes sont aussi les nouvelles recherches sur des méthodes déjà auparavant essayées, mais ensuite livrées à l'oubli, c'est-à-dire aux méthodes électrolytiques appliquées aux tissus vivants. Et des résultats très brillants ont été obtenus dans le champ thérapeutique, dans les

formes goutteuses, dans l'arthrite, etc., entre autres par Guilloz, Zimmern, Personali, etc.

D'autres problèmes complexes sont à l'ordre du jour dans le champ de l'électricité médicale, tels que les études les plus récentes des actions biologiques sur l'organisme animal des champs électriques variables, et tels que l'influence du courant galvanique sur la vitalité des micro-organismes (Schatzky).

Aux séances de la section d'électricité médicale du dernier congrès de l'*Association française pour l'avancement des Sciences*, on traita amplement de l'action du courant à haute fréquence sur l'athérome expérimental dans les animaux, sur l'hypertension artérielle permanente, sur le diabète et sur le pouls cérébral.

Une autre, entre les questions les plus considérables qu'on y discuta, ce fut l'importance de l'électro-diagnostic dans les diagnostics différentiels des névroses traumatiques et dans les expertises médico-légales. C'est là une étude tout à fait nouvelle et très intéressante, destinée à apporter une contribution très remarquable dans la solution de différents problèmes, entre autres celui qui touche à la gravité des infortunes sur le travail.

Parmi toutes les branches de l'électricité appliquée au diagnostic et à la thérapie, la radiologie médicale est assurément celle qui — ainsi que je l'ai déjà dit dans mon bref exorde — tout en demeurant dans le champ de l'électrologie, a fait les progrès les plus rapides, les plus inespérés.

Grâce aux applications préconisées par Holzknecht, par Beclère et par d'autres encore, l'électro-diagnostic a atteint, en effet, une perfection inattendue, dans le même temps que la radiothérapie nous a rendu possible le traitement de maladies auparavant non autrement justiciables que du fer chirurgical et de quelques-unes entre les plus grandes maladies internes, rebelles à toute cure médicale.

Après les premiers pas un peu incertains, la radiothérapie repose aujourd'hui sur des bases bien solides, et actuellement nous devons nettement distinguer la radiothérapie superficielle, dans laquelle la technique à suivre pour combattre, par exemple, les lésions cutanées, est tout à fait différente que celle qu'on doit user dans la radiothérapie profonde, par laquelle on doit opérer sur les organes internes, situés à une profondeur plus ou moins grande.

Après les premières tentatives non toutes heureuses de Pusey, après les résultats stupéfiants obtenus par Senn, de Chicago, dans le traitement de la leucémie par les radiations de Röntgen, résultats accueillis, tout d'abord, en Europe, avec beaucoup de scepticisme, malgré même les publications de Ahrens et de Krone, mais confirmés ensuite d'une manière splendide par les effets obtenus dans ma clinique par moi et par Guerra,

et tout de suite après par de nombreux observateurs, surtout français et allemands, ce fut une étude fébrile de l'action des rayons X sur les organes hématopoiétiques et sur la composition du sang. Bien que les importantes études de Heincke contemporains sur l'action des rayons X sur les organes lymphatiques, et les travaux de Guerra et d'Aubertin et Beaujard sur la manière de se comporter des leucocytes du sang, de Baermann et Linser, Milchner et Mosse et bien d'autres sur les globules rouges, ne nous aient encore pu en donner la raison scientifique, les nombreuses publications qui ont paru dès l'année 1904 jusqu'à nos jours et que M. le Dr Schirmer, de Vienne, vient de résumer dans une relation non encore close, constatent presqu'à l'unanimité la merveilleuse action curative des radiations, surtout dans les formes de leucémie à cellules mixtes, ou comme autrement on les appelle, leucémies à myélocytes ou myéloïdes.

Malheureusement, malgré les nombreuses publications sur ce sujet, on ne connait point encore les résultats définitifs de la nouvelle méthode de cure dans cette maladie considérée comme toujours mortelle ; aux premières surprenantes résurrections, on voit malheureusement souvent suivre, dans un temps plus ou moins éloigné, les récidives ; on voit celles-ci fléchir plusieurs fois au traitement, mais enfin y résister et amener l'issue fatale. Pourtant, bien qu'on ne puisse encore faire la somme des résultats définitifs, on ne doit pourtant pas se décourager, car dans l'hypothèse même la plus défavorable, si l'on reconnait qu'on prolonge de quelques années (deux années environ d'après mes observations) la vie d'une personne vouée à la mort, qu'on fait disparaître la fièvre et toutes les autres souffrances, qu'on lui procure enfin, pour un laps de temps plus ou moins long, avec une parfaite euphorie, l'illusion d'une guérison complète, on n'a plus le droit de jeter, ainsi que quelques-uns le font, le discrédit sur cette méthode dont la valeur est au moins au même niveau que celle de la plupart des opérations chirurgicales entreprises contre les tumeurs de nature maligne.

Les résultats des différents expérimentateurs, au sujet de l'action des radiations dans la leucémie lymphatique et dans la pseudo-leucémie, ne sont pas en si parfaite concordance que pour la leucémie à cellules mixtes, dont la première, pourtant, en bénéficie souvent bien plus que la deuxième et les formes semblables à celle-ci, comme la maladie de Banti et l'anémie splénique. Cette dernière, d'après mes observations, n'en est point influencée, se trouvant au contraire bien de l'extirpation de la rate.

Les observations aussi sur l'action résolutive des rayons X dans les adénopathies de nature tuberculeuses ont été confirmées par divers

observateurs, sinon par tous. Et on doit en dire autant pour ce qui touche à l'arthrite tuberculeuse et surtout aux lésions osseuses tuberculeuses, que Pankost et d'autres ont trouvé susceptibles d'une grande amélioration au moyen du traitement par les rayons X.

Mais la même obscurité qui règne dans l'anatomie pathologique à l'égard de quelques processus, tels que les lymphômes et les lymphosarcômes, s'étend aussi à l'incertitude de l'action des rayons sur eux : de manière que, tandis que dans certains cas on constate la disparition la plus consolante de tumeurs traitées de la sorte, dans d'autres — dont on ne saurait presque trouver la différence avec les premières, — le traitement n'aboutit bien souvent qu'au plus décourageant insuccès. Heureusement, nous ne manquons pourtant pas d'observations de disparitions, non seulement de lymphômes superficiels, mais aussi de sarcômes, de mélano-sarcômes et sarcômes profonds abdominaux. Cohn, en Angleterre, et Gaucher, en France, rapportent, par exemple, deux cas de sarcômes qu'on ne pût opérer et qui au contraire guérirent par la Röntgenthérapie.

On fit aussi, avec utilité, des tentatives thérapeutiques dans le goître parenchymateux, dans la maladie de Basedow, dans la malaria, dans l'hypertrophie de la prostate, dans le lipome, de manière qu'il importe vraiment de multiplier les observations. Des résultats absolument heureux ont été obtenus dans beaucoup de maladies cutanées, par les radiations de Röntgen, après les brillants résultats que ce moyen donna dans l'épithélioma.

Les formes prurigineuses, l'urticaire, les eczémas, récemment traitées avec avantage par Doumer et Leloir, Monell, au moyen des effluves de haute fréquence et de l'électricité statique, plus récemment encore, — comme rapporte M. Belot au Congrès de Grenoble, et le dernier mois à peine, au Congrès de Lyon, — ont été guéries par la radiothérapie, — qu'il conseille même d'appliquer seulement comme « *ultima ratio* » lorsque toutes les autres méthodes ont échoué.

D'après Albers-Schönberg, un des meilleurs agents contre la psoriasis, ce sont, précisément, les rayons X. De ces derniers se trouvent bien aussi, selon Schiff, Freund, Larat et Gauthier, l'acné vulgaire et l'acné rosacé. Hors de discussion est enfin actuellement l'action élective de la photothérapie et de la radiothérapie dans le lupus vulgaire et dans les formes semblables.

Cette méthode a enfin manifesté une action curative vraiment remarquable dans une très grave maladie cutanée, de nature néoplasique jusqu'ici considérée comme impossible à guérir : la mycosis fungoïde.

De même dans la sclérodermie, lésion d'origine trophoneurotique, caractérisée par sa marche progressive, les ressources de l'électrothérapie sous ses différentes formes, — galvanique, électro-statique, radiations de Röntgen, — ont pu en arrêter le cours fatal.

On doit encore rappeler d'une manière spéciale le traitement de la teigne auquel la radiothérapie fit faire un pas de géant. Cette maladie, en effet, bien souvent rebelle à tous les agents externes, après les travaux de Freund, Schiff, Oudin, etc., est accessible à la radiothérapie: et cela, grâce surtout aux études de Sabouraud qui, se mettant, par son radiomètre, dans la possibilité de donner une formule fixe à la technique des applications, put obtenir les résultats les plus brillants.

Mais je devrais beaucoup trop m'étendre, en mettant aussi à une bien rude épreuve votre courtoise patience, si je voulais outrepasser ici les limites d'une revue rapide, tout à fait sommaire, des nombreux importants progrès de l'électrologie appliquée aux sciences médicales — dans ces dernières années, — même si je voulais me borner à considérer seulement ceux de la radiologie médicale, — revue, du reste, qui vient d'être si bien faite par Barjon, Laggrifoul et Marquès, par Belot et par Schinner, sur la radiothérapie de la leucémie.

Les relations et communications très importantes et nombreuses annoncées dans le programme et remises à la présidence, vont amplement développer toutes les questions les plus actuelles et vitales dans le champ de l'électrologie et de l'électricité médicales.

Et l'exposition des appareils d'électrophysiologie, radiologie, photothérapie, etc., feront connaître aux savants accourus ici, tout ce qui a été fait d'important sous le double rapport de la pratique et de la science jusqu'aujourd'hui dans cette branche de la médecine.

On aura ainsi pleinement atteint le but que le Comité d'organisation du premier Congrès sous les auspices de M. le Professeur Weiss, se proposait par l'institution d'un Congrès périodique.

Mais avant d'ouvrir le III[e] Congrès, j'aime à envoyer une salutation à la ville qui l'accueille, à cette ville de Milan, qui, par sa vie industrielle et intellectuelle si puissante, marche toujours la première sur la voie de tout progrès.

Et à présent, Messieurs, au nom de S. E. le Ministre de l'Instruction publique, je déclare ouvert le III[e] Congrès d'Electrologie et de Radiologie médicales.

Discours du Délégué de la ville de Milan.

Par M. le Professeur **A. MENOZZI**

(Assesseur de l'hygiène).

M. le Professeur Menozzi salue les Congressistes au nom de la ville de Milan, qui est heureuse de donner l'hospitalité aux nombreux champions de la science, surtout de l'électricité, qui, après les dernières découvertes, a donné à la médecine un large champ d'études expérimentales. Il croit que sous les auspices des hommes ainsi connus dans la science, et surtout de tous les représentants des Nations qui ont adhéré, du Professeur Doumer, du Professeur Bozzolo, et de son ami le Secrétaire général le Dr Ch. Luraschi, le Congrès aura un grand succès et donnera de très bons résultats. Aux étrangers, à tous les Italiens qui sont réunis à Milan, pendant que notre ville fête une grande œuvre du génie et du travail humains, il envoie ses souhaits très sincères.

Discours prononcé, au nom de la Commission internationale.

Par M. **E. DOUMER**,

Secrétaire général de la Commission.

MESSIEURS,

Ce n'est pas ma voix que vous deviez entendre aujourd'hui. C'est à notre vénéré Président, M. *Tripier*, que revenait l'honneur de vous dire les paroles de bienvenue et d'adresser, aux organisateurs de ce Comité, les remerciements de la Commission internationale. Malheureusement, une grave et longue maladie le retient loin de nous et nous prive du plaisir de l'entendre et de profiter des sages conseils que sa longue pratique de l'électrologie médicale lui eut permis de nous donner. Mais, du moins, je puis vous donner l'assurance que sa pensée est vivante parmi nous, car, dans une lettre qu'il m'écrivait quelques jours avant mon

départ pour l'Italie et où il me témoignait avec tristesse ses regrets de ne pouvoir venir présider vos réunions, il me disait : *« Dites bien à nos amis, que ma pensée les suit et que je suis de tout cœur avec eux ; portez à la jeune école italienne le salut de la vieille école française. »*

Heureusement, sa santé, quoique très ébranlée, n'est pas compromise et tout fait espérer que quelques semaines de repos rendront au savant, dont l'esprit toujours alerte et toujours averti a, depuis cinquante ans de vie scientifique, touché à tant de problèmes, ouvert tant de voies aux investigations futures, creusé tant de sillons féconds, lui rendront, dis-je, toute sa verdeur et toute son activité.

En son absence, c'est donc à moi qu'incombe le redoutable honneur de vous saluer et de vous exposer les raisons qui ont décidé la Commission internationale à choisir Milan pour siège de ce troisième Congrès international.

L'éminent Président du Comité d'organisation vient de vous dire par suite de quelles circonstances notre IIIe Congrès international, n'a pu, comme cela avait été décidé par l'assemblée générale du Congrès de Berne, sur la proposition de la Commission internationale, avoir lieu, en 1905, à Amsterdam. Le Comité d'organisation, dont le professeur, *Wertheim Salomonson*, avait bien voulu assumer la présidence, a pensé, avec sagesse, que, vue la décision prise par les Allemands de célébrer le dixième anniversaire de la découverte des rayons X et de fêter l'immortel auteur de cette découverte par un grand congrès de Radiologie qui se tiendrait à Berlin, il serait préférable de renoncer à la réunion de notre IIIe Congrès qui devait avoir lieu à Amsterdam, la même année, et, par un sentiment de courtoisie que tout le monde approuvera, il a décidé de céder le pas aux *« fêtes de Rontgen »* et de remettre à plus tard notre troisième assise.

La Commission internationale avisée, un peu tard peut-être, n'a pu que ratifier cette décision. Mais, pour répondre à la mission qui lui avait été confiée par l'Assemblée générale de 1900, elle devait veiller à ce que cet arrêt ne fut que momentané et que nos Congrès reprissent leur périodicité normale.

C'est dans cet esprit que, dans sa séance du 16 novembre 1905, informé qu'Amsterdam ne pourrait nous offrir l'hospitalité, ni en 1906, ni en 1907, jugeant qu'attendre jusqu'en 1908, serait compromettre l'œuvre scientifique de nos Congrès internationaux, la Commission a décidé que le IIIe Congrès aurait lieu, en 1906, en Italie.

Parmi les villes italiennes qui appelaient notre choix, Milan est celle qui nous a paru remplir les conditions les plus avantageuses. Située dans le Nord de l'Italie, elle n'obligeait pas les étrangers et un voyage trop

long et trop dispendieux. Elle offrait, en outre, cet avantage d'être le siège de fêtes et de solennités grandioses, à l'occasion du percement du Simplon, fêtes et solennités dont l'éclat retentissait dans l'univers tout entier et constituaient un précieux attrait pour nos amis.

Voilà, Messieurs, à peu près ce que vous venez d'entendre, mais ce que ne nous a pas dit, le professeur *Bozzolo*, ce sont les raisons qui ont guidé la Commission internationale dans son choix, et c'est là ce qu'il m'appartient de vous dire.

En choisissant l'Italie comme siège du IIIe Congrès international d'Electrologie et de Radiologie médicale, nous nous sommes souvenu de deux grands savants italiens, *Galvani* et *Volta*, dont les travaux et les discussions ont créé l'électrologie moderne, science qui a déjà fait, au siècle passé, tant de miracles, aussi bien dans la science pure que dans la science appliquée à l'industrie et à la médecine, et qui promet d'en faire plus encore dans le siècle qui vient de s'ouvrir. Et nous avons voulu leur rendre hommage.

Si les physiciens, les chimistes, les ingénieurs doivent une inexprimable reconnaissance à ces deux génies qui leur ont ouvert des voies si nouvelles et si fécondes, les médecins et les biologistes leur en doivent plus encore, car non seulement ils leur ont donné une arme merveilleusement souple et efficace pour combattre la maladie, mais encore, ils ont prouvé combien l'étude des phénomènes biologiques, en apparence les plus minimes, pouvait être utile aux sciences purement physiques. On peut se dire, en effet, que peut-être, sans la découverte de la patte galvanoscopique de Galvani, sans les critiques que Volta fit à cette découverte, sans la discussion qui prit alors naissance et qui obligea ces savants à apporter plus de précision dans leurs observations, et à multiplier les faits qu'ils apportaient à l'appui des thèses opposées qu'ils défendaient, peut-être, dis-je, Volta n'aurait pas découvert la *pile*, et, peut-être, la science électrique serait encore à naître.

Voilà pourquoi nous avons tenu à leur rendre hommage.

Et le suprême hommage n'est-il pas de venir, dans ces lieux où ils ont vécu et où ils ont travaillé, sur ce sol qu'ils ont foulé et qui contient leurs cendres, sous ce ciel dont la douceur a enchanté leur rêve, leur dire, dire à ceux de leur race et de leur sang, combien ont été fécondes leurs luttes où il n'y eut pas de vaincus, car tous les deux y furent vainqueurs? et que si parfois leurs discussions furent un peu vives, la postérité, prenant parti pour tous les deux à la fois, les unit dans un même sentiment de reconnaissance et d'admiration?

Mais nous n'avons pas seulement voulu payer notre tribut de reconnaissance et d'admiration à ces deux enfants de l'Italie; nous

n'avons pas seulement regardé dans le passé, nous avons aussi regardé le présent et nous avons voulu donner un témoignage de sympathie à la jeune Ecole italienne, qui tient déjà, dans la science de l'électricité médicale, une place si enviable.

De tous temps, les savants italiens se sont intéressés aux recherches d'électricité biologiques, mais ce n'est que depuis peu qu'est née en Italie une pléïade de savants de tout premier ordre qui se sont adonnés avec passion à ces recherches. Leurs travaux, depuis ces dernières années, se sont multipliés si nombreux et si importants, qu'ils ont forcé l'attention des biologistes et des médecins des autres pays. Loin de s'enfermer dans une tour d'ivoire et d'y vivre loin du bruit du monde, dans la contemplation des reliques de son riche passé et dans l'admiration de ses gloires nationales, cette jeune École n'a pas craint de jeter un regard par-dessus ses frontières, de voir ce qui se passait chez ses voisins et de leur emprunter et des méthodes et des théories et des faits, donnant ainsi un rare et bel exemple d'éclectisme et d'internationalisme scientifiques.

Elle pouvait, sans déchoir, emprunter aux Écoles étrangères, car l'Italie leur avait déjà beaucoup donné, et aussi parce que, confiante dans sa jeunesse et dans sa force, dans la vivacité et la souplesse de l'intelligence de ses savants, elle savait qu'elle pourrait encore plus leur rendre dans l'avenir. N'est-ce pas d'Italie, en effet, que nous sont venus tous ces beaux travaux sur l'influence de l'électricité sur la thermogénèse, sur la vie des animaux, pour ne citer que ceux-là, qui sont venus modifier si profondément nos conceptions sur la nature de l'action de l'électricité sur l'organisme?

Riche dans le passé, riche dans le présent, riche d'espérance dans l'avenir, elle pouvait donner cet exemple de largeur de vues et d'impartialité scientifiques qui sont un gage et de sa force et de sa vitalité. Aussi, Messieurs, avons-nous tenu à lui donner un témoignage de notre sympathie, et à venir prendre un contact plus intime avec ses savants.

Toutefois, Messieurs, ce n'est tout de même pas sans appréhension que nous avons ainsi fixé notre choix. Nous savions que nos amis de Milan feraient leur possible pour assurer le succès du troisième Congrès, mais nous nous demandions si les circonstances particulières qui nous dominaient ne paralyseraient pas leurs efforts. Lorsque nous vîmes que Luraschi arrivait à constituer un Comité très homogène, formé d'amis pleins de bonne volonté, surtout lorsque nous eûmes l'assurance que le professeur Bozzolo, qui est connu comme un clinicien de premier ordre, dont les travaux ont eu un si grand retentissement et qui vient de se dévoiler à nous comme un savant très averti des choses de l'électricité

médicale, prenait la présidence effective du comité local; lorsque nous apprîmes que le professeur L. Mangiagalli et l'illustre professeur Golgi, dont le nom est connu dans le monde entier et dont les travaux en neurologie ont ouvert des voies si fécondes, en prenaient la présidence d'honneur, oh! alors, Messieurs, nous avons été pleinement rassurés, nous avons acquis la certitude que ce Congrès n'aurait rien à envier aux Congrès précédents et qu'il ferait lui aussi époque dans l'histoire de l'électrobiologie.

En jetant les yeux sur la liste de communications annoncées si nombreuses et si importantes, en jetant les yeux sur cette salle remplie de si nombreux savants venus de tous les pays civilisés, même les plus lointains, je vois que notre espoir n'a pas été trompé, et, au nom de la Commission internationale, j'adresse, avec mes félicitations, mes remerciements au Comité d'organisation, à son président Bozzolo, à son dévoué secrétaire Luraschi et à leurs collaborateurs, dont le zèle, l'activité et le dévouement ont si bien répondu à nos désirs. Le succès de ce 3e Congrès sera tout à leur honneur, et nous les remercions d'avoir renoué avec tant d'éclat la périodicité normale de nos Congrès internationaux.

J'adresse aussi au nom de la Commission internationale tous mes remerciements à la Municipalité de la ville de Milan, qui, non seulement, nous a donné une superbe hospitalité mais encore a tenu à nous souhaiter la bienvenue par l'intermédiaire de l'honorable professeur Menozzy, dont vous venez d'applaudir les paroles gracieuses.

Enfin, Messieurs, je vous adresse à tous mes remerciements. Beaucoup d'entre vous n'ont pas hésité à venir, quelques-uns de très loin, prendre part à nos travaux Je vois parmi nous les représentants les plus autorisés de l'électrologie médicale contemporaine, quelques-uns sont déjà des fidèles de ces Congrès, d'autres y viennent pour la première fois, j'espère que tous vous emporterez un souvenir durable des quelques jours de travail que nous allons passer ensemble, et que nous nous séparerons heureux de nous être connus.

Le Président lit un télégramme du Professeur *Mangiagalli*, sénateur, qui, empêché, ne peut assister aux séances du Congrès. Il envoie ses vœux et ses salutations aux congressites.

Le Professeur *Schatzky* (Moscou) fait remarquer que, vu le nombre considérable des communications annoncées, il sera matériellement impossible de les entendre toutes dans les cinq séances prévues par la commission Il demande soit que l'on prolonge le Congrès le lundi 10 et

le mardi 11 ou bien que l'on renonce à la journée d'excursion projetée.

Après un échange de vues entre différents congressites, l'Assemblée décide que l'excursion aux *lacs italiens* sera supprimée et que la journée entière de vendredi sera consacrée aux travaux du Congrès.

M. *Bozzolo,* Président, demande à l'assemblée de constituer son bureau définitif.

M. *E. Schiff* propose de confier la direction des travaux du Congrès au bureau de la Commission d'organisation, qui en a assuré le succès matériel *(Adopté à l'unanimité)*

M. le Président remercie l'assemblée du témoignage de confiance qu'elle donne à la Commission d'organisation et la prie de désigner, pour la seconder dans sa tâche, les vice-présidents suivants : MM. Oudin, Wertheim-Salomonson, Schatzky, E. Schiff, E. Mann, O. Libotte, L. Cirera Salse *(Adopté à l'unanimité).*

La séance est levée à midi.

RAPPORTS

Sur l'excitabilité des différents muscles

Par Melle J. IOTEYKO.

Chef de laboratoire à l'Université de Bruxelles.

Introduction et historique

Les muscles peuvent être divisés en quatre classes :

1° Muscles volontaires à contraction rapide (muscles blancs striés);

2° Muscles volontaires à contraction lente (muscles rouges striés)

3° Muscle involontaire strié (cœur) à contraction brusque;

4° Muscles involontaires à contraction lente (muscles lisses).

Ranvier a proposé le nom de muscles *oxytoniques* pour les muscles à contraction brusque et de muscles *bradytoniques* pour ceux qui se contractent lentement.

La *fibre musculaire lisse* nous apparaît comme une cellule dans laquelle une partie de protoplasme s'est différenciée en fibrilles indépendantes. Ces fibrilles se trouvent comme plongées dans le sarcoplasme, c'est-à-dire dans le reste du protoplasme non modifié.

La *fibre musculaire striée en travers* présente une différenciation bien plus considérable. Elle est aussi équivalente à une cellule dans laquelle une grande partie du protoplasme s'est différenciée en fibrilles. Celles-ci présentent une structure particulière et sont groupées en faisceaux (cylindres primitifs). Entre ces faisceaux est répandue la substance sarcoplasmatique, peu abondante; et il est probable qu'elle s'insinue entre les fibrilles elles-mêmes. Elle contient des granulations appelées sarcosomes.

Les fibrilles ont une structure particulière. Sans entrer dans les détails, il suffit de rappeler que la striation transversale est due à la succession, le long de la fibrille, de bandes claires et de bandes obscures. A la lumière polarisée, les bandes ou disques sombres sont biréfringents, *anisotropes*; les bandes ou disques clairs sont monoréfringents, *isotropes*.

Depuis les recherches d'Engelmann et de Ranvier, on attribue aux disques sombres, anisotropes, la propriété de contractilité, tandis que l'élasticité est la propriété des disques clairs, isotropes.

La découverte de la fibrille avait tellement frappé les esprits, qu'on avait totalement perdu de vue l'existence du sarcoplasme et l'on n'en a pas tenu compte dans les théories de la contraction musculaire. Le premier, Bottazzi (1896), a introduit cette notion dans la physiologie du muscle, et bien que la contractilité du sarcoplasme n'a pas encore été démontrée directement, il est impossible de refuser au sarcoplasme les propriétés de contractilité, alors que tous les protoplasmas non différenciés sont contractiles. Cette notion s'impose donc logiquement. Et nous verrons que cette origine double de la contractilité musculaire, explique tous les phénomènes de la contraction du muscle.

Bottazzi a expliqué la différence fonctionnelle caractéristique dans différents muscles du corps au moyen de propriétés spéciales de la fonction motrice dont le sarcoplasme, comme cytoplasme peu différencié est doué. Il en résulte, suivant la remarque de Weiss, que deux muscles diffèrent entre eux par trois facteurs :

a) La nature de leur sarcoplasme ;

b) La nature de leurs fibrilles ;

c) Le rapport entre la quantité de sarcoplasma et de fibrille différenciée.

Nous ne nous occuperons ici que du troisième de ces points ; le second étant assez bien connu, et d'ailleurs le seul étudié par les anciens physiologistes ; le premier n'ayant pas encore été étudié. Nous signalons cette lacune aux histo-physiologistes, le sujet étant digne du plus grand intérêt, car pour arriver à une théorie complète de la contraction musculaire, il serait indispensable d'approfondir ces trois problèmes.

Quelques pages d'historique nous paraissent nécessaires.

C'est non sans hésitation qu'on peut appeler « nouveaux » les faits qui ont servi de point de départ à cette théorie. Ils avaient été vus avec beaucoup de précision, par Maurice Schiff, il y a bientôt cinquante ans. Mais les travaux de Schiff sont restés inconnus à la majorité des physiologistes et contredits par ceux qui s'étaient donné la peine de les lire ; d'autre part, les recherches récentes, bien qu'ayant confirmé les faits découverts par Schiff, leur ont donné une interprétation nouvelle, et le champ des recherches a pris une extension tellement vaste que le terme de « nouveaux » donné à ces phénomènes, surtout en ce qui concerne l'expression moderne de la théorie de la dualité fonctionnelle du muscle, paraît pleinement justifié.

Nous allons commencer par l'exposé des travaux de Schiff (1).

Il existe deux modes de contraction des muscles striés, écrit Schiff.

(1) Schiff. — *Lehrbuch der Muskel und Nervenphysiologie*, 1858, et *Mémoires physiologiques*, vol. II, 1894.

Si nous appliquons le courant induit de fermeture ou d'ouverture à la surface du muscle strié, nous obtenons une contraction brève qui dure peu de temps et disparait aussitôt Cette contraction serait obtenue par l'intermédiaire des filets nerveux et elle est appelée par Schiff contraction *névro-musculaire*.

Mais si l'on excite les muscles quelque temps après la mort générale, quand, selon la supposition de Schiff, les nerfs ne sont plus excitables, en passant le dos d'un couteau sur un muscle transversalement et perpendiculairement à la direction de ses fibres, on voit apparaître, à l'endroit où a porté l'excitation, un renflement transversal, qui dure un certain temps, augmente encore d'intensité après la cessation de l'excitation et disparaît petit à petit. Ce processus s'accomplit toujours avec grande lenteur et rappelle les mouvements péristaltiques des muscles de la vie organique. Ce genre de contraction est appelé par Schiff contraction *idio-musculaire*, car elle est due à l'excitation propre du muscle.

On voit donc que Schiff fait une distinction entre la « contraction brève » et la « contraction lente » des muscles striés, et le mécanisme de ces deux contractions repose sur le mode d'excitation du muscle.

La première de ces deux contractions est due à l'excitation du muscle par l'intermédiaire du nerf et des terminaisons nerveuses, la seconde est due à l'excitation de la fibre musculaire même.

A quels excitants réagissent les deux contractions? Le nerf réagit à tous les excitants électriques (faradiques et galvaniques), chimiques, mécaniques, mais les oscillations du courant électrique sont, pour le nerf, les excitations les plus efficaces, et le nerf mourant, ayant déjà perdu beaucoup de son excitabilité, ne réagit plus aux excitants mécaniques et chimiques, tandis qu'il est encore sensible au stimulus électrique.

Des effets contraires s'observent pour la contraction idio-musculaire. Tout d'abord, Schiff ne l'avait vu apparaître que pour les excitations mécaniques ; mais il remarqua plus tard qu'elle pouvait aussi apparaître pour les excitants chimiques et l'excitant galvanique, mais non pour l'excitant faradique. Ainsi, le muscle est plus sensible aux excitations mécaniques qu'aux excitations galvaniques, et il n'est pas du tout influencé par l'excitant faradique.

La contraction idio-musculaire, dans le cas où elle est produite par le courant galvanique, n'apparaît pas comme la contraction névro-musculaire dans toute la partie intrapolaire ; mais aux pôles mêmes. Elle apparait aussi sur les animaux vivants, mais comme, dans ce cas, il se produit aussi une contraction névro-musculaire rapide, elle est masquée par celle-ci et n'est plus aussi régulière. On la remarque longtemps encore après l'intoxication par les poisons nerveux. Elle augmente

d'intensité pendant le passage du courant continu ; la condition de son apparition, c'est que la substance musculaire soit excitée directement.

Les faits exposés par Schiff sont basés sur des expériences faites sur les animaux à sang chaud et à sang froid, durant la vie et après la mort générale, après l'empoisonnement par les substances paralysantes, après la ligature des artères d'un membre, et, pour éviter les modifications du muscle après la mort, sur le cœur vivant des vertébrés au moment de la diastole, pendant laquelle, suivant Schiff, les terminaisons nerveuses sont inexcitables pendant un certain temps.

Sous l'influence du froid, la contraction idio-musculaire s'allonge, au point de devenir trois cents fois plus longue que la contraction névro-musculaire (mammifères). La contraction idio-musculaire se transforme finalement en rigidité cadavérique. Les marmottes, en état de sommeil hivernal, présentent une contraction idio-musculaire qui dure vingt-cinq fois plus longtemps que la contraction névro-musculaire. Les animaux vératrinisés (rats) donnent une contraction idio-musculaire à l'excitant mécanique qui dure quatre-vingts fois plus longtemps que la contraction névro-musculaire. Les mêmes phénomènes ont été observés sur les cobayes intoxiqués par la colchicine Dans les conditions normales, la contraction idio-musculaire a une durée dix à vingt fois plus longue que la contraction névro-musculaire.

La contraction idio-musculaire n'apparait pas après la mort comme un résidu de contraction, mais elle se produit aussi durant la vie; elle demande, pour se produire, une intensité d'excitant plus grande que la contraction névro-musculaire, les muscles striés étant en général moins excitables que les nerfs. Toutes les influences qui affaiblissent les nerfs, telles que les poisons, l'anémie, l'épuisement, favorisent l'apparition de la contraction idio-musculaire ; elle dure aussi longtemps que la vie du muscle, et cette différence de genèse plaide en faveur de l'opinion de Schiff, que la secousse idio-musculaire est d'un ordre tout différent que la contraction névro-musculaire (1)

Il existe enfin des contractions *intermédiaires*, qui sont formées en partie de la secousse névro-musculaire et en partie de la contraction idio-musculaire. En excitant le muscle avec le courant galvanique, qui agit sur l'élément nerveux aussi bien que sur l'élément musculaire, on obtient tout d'abord une secousse brève, qui est la contraction névro-musculaire ; mais la branche descendante de la courbe n'atteint pas la ligne de l'abscisse : elle est arrêtée dans sa descente par une seconde contraction beaucoup plus lente. C'est la contraction idio-musculaire.

(1) Mémoires, vol. II, p. 36.

Il existe certains cas particuliers où la contraction idio-musculaire peut être obtenue même avec les chocs d'induction. Ainsi, on connaît le phénomène de la *contracture* dite *physiologique* ou de Tiegel, qui s'observe chez les grenouilles au commencement du printemps. Schiff en donne l'explication suivante. Pendant le sommeil hivernal, les grenouilles sont atteintes de certains troubles de la nutrition, il y a chez elles accumulation des produits de la désassimilation musculaire. Or, ces produits, en excitant chimiquement le muscle, donnent naissance à la contraction idio-musculaire. Dans ces conditions, il suffit d'un excitant quelconque pour « faire déborder le vase ». Déjà une contraction, et à plus forte raison deux ou trois contractions qui se suivent, suffisent pour engendrer la quantité nécessaire de substances pour exciter le muscle chimiquement et produire la contraction idio-musculaire. L'élévation de la contracture (le plateau) ne serait donc autre chose que la contraction idio-musculaire qui vient se greffer sur la contraction névro-musculaire. Cette propriété que présentent les grenouilles de printemps et de la fin de l'hiver de donner la contracture, a été appelée par Schiff *maladie de Thomsen*, par analogie avec la maladie de ce nom observée chez l'homme.

La théorie de Schiff ne fut pas admise par les physiologistes; pour l'accepter, il aurait fallu abandonner la théorie de l'excitabilité de Claude Bernard, laquelle, il est vrai, accorde aussi aux fibres musculaires la propriété d'être excitables directement et indirectement, mais la qualité de la réponse motrice n'est pas influencée suivant la part prise par l'élément nerveux à l'excitation. Dans les deux cas il se produit la même réponse, la secousse brève, celle que Schiff appelle contraction névro-musculaire. On peut donc opposer la « dualité » de Schiff à « l'unité » supposée de Cl. Bernard. La théorie de Claude Bernard n'était pas donnée sans preuves, et, parmi elles, la plus importante était celle qu'apporte le témoignage du curare. Ce poison paralyse les dernières extrémités des nerfs, la réponse motrice obtenue par l'excitation directe du muscle curarisé est donc bien la contraction propre du muscle, et pourtant cette réponse présente absolument les mêmes caractères, aussi bien au point de vue de la forme qu'au point de vue de l'excitabilité par les différents stimulants, que la réponse du muscle pourvu de nerfs.

En réponse à cette objection, Schiff n'admet pas tout simplement que le curare paralyse les dernières terminaisons nerveuses; pour lui, aussi bien que pour son disciple dévoué, le professeur A. Herzen, de Lausanne, le véritable appareil nerveux terminal intra-musculaire échappe au curare. L'action paralysante du curare sur les terminaisons ultimes n'est qu'une interprétation, et il est bien préférable d'admettre que le

curare paralyse le tronc nerveux; si l'excitation du tronc nerveux est inefficace dans la curarisation, c'est parce que ce tronc est paralysé: l'excitation du muscle donne la contraction qui est la contraction névro-musculaire, ce qui prouve que les terminaisons nerveuses sont intactes. Si les terminaisons avaient été atteintes, nous aurions dû obtenir la contraction idio-musculaire dans la curarisation, ce qui n'est pas le cas.

On comprend que la théorie de Schiff n'ait pas été admise, bien qu'elle ne fût pas présentée sans preuves sérieuses; mais elle allait à l'encontre d'une autre théorie, qui était devenue classique.

Mais ce qui paraît plus surprenant, c'est que les faits rapportés par Schiff furent niés Il est possible que cette hostilité que rencontra Schiff était précisément due à cette circonstance que, dans l'impossibilité où l'on se trouvait, de donner une autre interprétation aux faits découverts par Schiff, interprétation plus conforme aux idées courantes sur l'excitabilité, on préférait nier les faits mêmes sur lesquels était basée la théorie. C'était l'unique façon de sortir du dilemme Ceci s'applique, bien entendu, aux physiologistes contemporains de Schiff, dont les uns lui reprochèrent une mauvaise technique, et d'autres considérèrent les phénomènes décrits par lui comme pathologiques, post-mortaux, ce qui n'était certes pas une explication.

Je me suis étendue assez longuement sur la théorie de Schiff. Il importait de rendre justice à l'esprit sagace, qui, par des recherches inlassables, parvint à découvrir toute une catégorie de phénomènes nouveaux Il fallait aussi tirer de l'oubli ses travaux, méconnus même par les physiologistes, alors que tous les travaux modernes concernant la dualité fonctionnelle du muscle n'ont fait que confirmer, jusque dans leurs moindres détails, les faits décrits par lui. La théorie a changé, mais les faits sont restés inébranlables.

D'ailleurs, quelques autres physiologistes avaient aussi remarqué certaines contractions bizarres, qu'il était difficile d'expliquer. C'est, par exemple, l'élévation secondaire observée parfois dans la partie descendante de la contraction électrique, élévation appelée « nez » (Nase) par Funke et « onde secondaire » par Ch. Richet.

Mais la plus curieuse parmi ces contractions dites « anormales » est certainement celle qu'on observe sur le muscle empoisonné par la vératrine (voir plus loin). Le dédoublement de la secousse, observé dans ce cas, fait songer à une dualité fonctionnelle.

Par une évolution toute naturelle, on arrive ainsi à la ***théorie de la***

(1) BOTTAZZI. Ueber die Wirkung der Veratrin und anderer Stoffe auf die quergestreifte, atriale und glatte Muskulatur. (*Archiv. für Physiologie*, 1901, pp. 377-427).

fonction motrice du sarcoplasme, formulée par **F.** Bottazzi déjà en 1896; mais les premières publications du physiologiste italien restèrent en grande partie inconnues, et ce n'est que depuis la publication de son mémoire en allemand (1), en 1901, qu'elles pénétrèrent dans les milieux physiologiques.

La théorie de Bottazzi explique les différences d'excitabilité qu'on peut observer sur le même muscle en admettant dans le muscle la présence de deux substances contractiles distinctes : la substance fibrillaire anisotrope, anciennement connue, et la substance protoplasmatique (sarcoplasme), qui existe plus ou moins abondamment dans chaque fibre ou cellule musculaire, et dont on n'avait pas tenu compte jusqu'à présent dans la théorie de la contraction musculaire.

La théorie de Schiff n'est donc que déplacée, mais nous allons voir que celle de Bottazzi est beaucoup plus générale. Dans cette nouvelle conception, la réponse motrice n'est pas influencée suivant la part prise par l'élément nerveux à l'excitation; elle suppose, comme la théorie classique, que le muscle est également excitable directement et indirectement; mais, suivant que l'excitation aura atteint l'élément fibrillaire anisotrope du muscle (d'une façon directe ou indirecte), ou suivant qu'elle aura atteint l'élément sarcoplasmatique, nous aurons une réponse motrice très différente, qui rend compte de la « contraction brève » obtenue dans le premier cas et de la « contraction lente » obtenue dans le second.

La théorie de Bottazzi établit un rapport systématique entre la structure du muscle et sa fonction.

Nous arrivons chronologiquement à mes recherches personnelles, consignées dans un grand nombre de travaux. Au moment où je prenais connaissance des travaux du physiologiste italien, j'avais accumulé un matériel considérable sur la question. J'ai réussi à lui donner un développement nouveau, en rendant possible l'explication du galvanotonus, de la réaction de dégénérescence des muscles, des actions polaires, de la tonicité musculaire, des contractures hystériques (1).

(1) J. Ioteyko. Etudes sur la contraction tonique du muscle strié et ses excitants (*Mémoires couronnés et autres mémoires publiés par l'Académie Roy. de Méd. de Belgique*. 1903, 100 pages); Influence de l'adrénaline et de quelques autres produits glandulaires sur la contraction musculaire (Rapport présenté à la section de physiologie du 14e Congrès intern. de Médecine, Madrid, 1903); Mécanisme physiologique de la réaction de dégénérescence des muscles (*Bulletin de l'Acad. Roy. de Méd. de Belgique*, 26 décembre 1903; *Annales d'Electrobiologie*, 1904); La dualité fonctionnelle du muscle (*Conférence faite à la Société belge de Neurologie*, 28 mai 1904). Voir aussi V. Kipiani. De l'excitabilité des muscles à l'état normal et pathologique d'après J. Ioteyko (*Revue de Médecine*, n° 6, 1905).

J'ai donné à cette théorie la dénomination de *Théorie de la dualité fonctionnelle du muscle*.

I. — La contraction des muscles rouges

Ranvier a découvert chez les vertébrés des muscles particuliers qui, bien que volontaires et composés de fibres striées, se contractent à peu près comme les muscles lisses. Il les appela muscles *rouges*, par opposition aux muscles striés ordinaires, qu'il désigna sous le nom de *pâles* ou blancs. Le temps perdu des muscles rouges est huit à dix fois plus considérable que celui des muscles pâles. Or, sous l'influence de la fatigue, les muscles pâles prennent certains caractères des muscles rouges, par exemple l'augmentation du temps perdu, et l'on a dit que ces derniers sont des muscles pâles normalement fatigués. La durée de la secousse dans le muscle blanc est d'autant plus grande qu'il est plus fatigué. La différence porte principalement sur la période de décontraction, qui est représentée par une ligne concave pour les muscles rouges au lieu d'être convexe. En outre, dans le mode de réaction de ces deux espèces de muscles, il existe une différence caractéristique : tandis que dans les muscles blancs, l'amplitude du tétanos est proportionnelle à la secousse (il y a une légère différence en faveur du tétanos), cette proportionnalité n'existe pas pour les muscles rouges qui donnent encore un tétanos, alors qu'il n'est plus possible de produire des secousses isolées (1). Enfin, la forme de la ligne tétanique n'est pas la même, et c'est même là un fait sur lequel on s'est basé pour comparer la fatigabilité des deux espèces de fibres. Il existe même certains muscles mixtes, par exemple le triceps huméral du lapin, lesquels, étant soumis à l'action des excitations électriques, donnent un tracé qui, au début, est celui des muscles blancs, mais qui, à la fin, prend de plus en plus l'aspect de celui des muscles rouges. On en conclut que ce sont les fibres blanches qui se fatiguent les premières

Or, comme les fibres rouges sont plus riches en sarcoplasme que les fibres pâles, on en a conclu que les muscles riches en sarcoplasme (rouges) se contractent plus lentement, sont moins excitables, se fatiguent plus lentement et meurent plus tard que les muscles pâles, pauvres en sarcoplasme, mais riches en fibrilles (Grützner). Bierfreund trouva que les muscles pâles entrent en rigidité plus vite que les rouges : les premiers au bout d'une à trois heures après la mort, les seconds de onze à quinze heures dans les mêmes conditions. Le muscle cardiaque, qui est

(1) Voir J. Ioteyko. — *Fatigue* (*Dictionnaire de physiologie*, de Charles Richet, 1902, vol. VI, page 91).

très riche en sarcoplasme, possède aussi une survie très longue. Rollett montra qu'en excitant le nerf sciatique par l'électricité, les fléchisseurs se contractent pour une intensité de courant beaucoup plus faible que les extenseurs GRÜTZNER constata le même fait dans l'excitation directe ; mais, si l'on continue l'excitation pendant quelque temps, alors la différence primitive s'efface et disparaît complètement. Cela signifie que les fléchisseurs, composés en grande partie de fibres pâles, plus excitables, se fatiguent aussi plus vite que les extenseurs, composés en majeure partie de fibres rouges, moins excitables, mais plus résistantes. Võlkin a observé le même fait sur le lapin. Un phénomène semblable s'obtiendrait dans l'excitation des muscles du *Dytiscus* et de l'*Hydrophile* (Rollett). Les muscles du Dytisque, composés de fibres pâles, ont une contraction rapide et se fatiguent beaucoup plus rapidement que les muscles de l'Hydrophile.

A la suite de Ranvier, un certain nombre de physiologistes et histologistes ont étudié les muscles rouges et pâles (Grützner, Arnold, Lavocat, Arloing, Knoll, Mayeda, Schaffer). D'après Pelletan, les muscles rouges sont beaucoup plus communs qu'on ne le pense (ils présentent rarement la coloration rouge qu'on leur trouve chez le lapin). Ils existent chez le lapin, l'homme, les poissons, le chat, la poule et les dindons. On les rencontre dans les pattes des passereaux (Pelletan), oiseaux percheurs qui ont besoin de maintenir longtemps sans fatigue la branche sur laquelle ils se posent pendant le sommeil. Mais les muscles des ailes de ces oiseaux au vol rapide sont toujours composés de fibres à contraction brusque (pâles). Les muscles rouges semblent devoir jouer un rôle dans la station, dans l'équilibration et tendre à fournir une contraction musculaire continue.

Nous voyons ainsi que le muscle est composé d'éléments hétérogènes, et l'on peut dire que la contraction rapide est l'apanage d'une striation riche, tandis que la contraction lente est due à l'abondance du sarcoplasme. Retenons aussi que les muscles rouges (riches en sarcoplasme) sont très peu sensibles aux ondes isolées d'induction (manque de proportionnalité entre le tétanos et la secousse isolée). Nous reviendrons encore sur cette particularité.

Le même animal peut posséder des muscles à contraction lente et des muscles à contraction rapide. Ainsi, Ch. Richet a trouvé que la queue de l'écrevisse possède des contractions extrêmement brèves, analogues à celles du gastrocnémien de grenouille, tandis que la secousse de la pince est très allongée et persiste longtemps. Par suite de la brièveté des contractions de la queue, le tétanos complet ne se produit qu'avec des excitations très rapprochées, tandis que le muscle de la pince a un

tétanos complet, même lorsque les excitations sont très éloignées. Cette différence dans la forme de la contraction, dit Ch. Richet, est en rapport avec les destinations fonctionnelles des deux muscles. L'écrevisse a besoin de faire avec sa queue des mouvements répétés, successifs, pour nager dans l'eau, tandis qu'avec la pince il faut soutenir des mouvements forts et persistants. Aucun muscle peut-être, dit Ch. Richet, ne présente, d'une manière aussi marquée, une différence entre les courants isolés et les courants fréquemment répétés que le muscle de la pince. Quand il n'est plus excitable par des courants isolés, il reste longtemps encore excitable par les courants fréquemment répétés. L'ascension de la courbe musculaire est alors extrêmement lente, et la descente est aussi d'une très grande lenteur. Cette perte rapide de la sensibilité du muscle de la pince aux courants isolés explique aussi la fatigabilité apparente de ce muscle : il ne peut donner plus de trente à quarante contractions de suite. Mais le physiologiste français nous dit que le muscle de la pince reste encore longtemps excitable par les courants fréquemment répétés. Nous retrouvons donc encore ici le même manque de proportionnalité entre le tétanos et la secousse isolée (comme pour les muscles rouges), le sarcoplasme, ainsi qu'il ressort de mes expériences n'étant que peu excitable par les chocs d'induction. Il est de fait qu'en envisageant le nombre des secousses isolées que peuvent faire par seconde (sans se tétaniser) les muscles dans la série animale, nous arrivons à des différences colossales ! Les muscles des ailes des insectes donnent plus de trois cents secousses isolées par seconde, ceux de la tortue deux secousses. Dans une revue générale sur la fatigue musculaire publiée en 1899 (1) j'écrivais : « Ces recherches de biologie comparée, faites suivant les êtres et suivant les différents ordres de muscles (striés et lisses : muscles des membres, intestin, cœur, utérus, muscle ciliaire, etc.), pourraient aboutir à des résultats très importants, montrant la liaison qui doit nécessairement exister entre la structure interne et la forme de la contraction musculaire. Il n'y a pas que le système nerveux qui règle la vitesse, la force et la forme de la contraction ; nul doute que ces phénomènes ne doivent trouver leur explication dans la cellule musculaire même. Le cœur, qui a une structure différente de celle des muscles périphériques, se comporte aussi autrement vis-à-vis de la fatigue, etc. »

II. — La contraction du muscle cardiaque.

Une deuxième série de preuves est tirée des recherches de Bottazzi

(1) *Année psychologique*, 1899.

et de Fano sur la physiologie du muscle cardiaque (1). Les éléments musculaires du cœur doivent être rangés parmi les plus riches en sarcoplasme (Ranvier, Knoll, Rollett); relativement au sarcoplasme qu'ils renferment, ils tiennent le milieu entre les fibres lisses (ou striés seulement dans le sens longitudinal) et les fibres striées. Il en résulte que les courbes de contraction du muscle ventriculaire occupent, elles aussi, une place intermédiaire entre celles du tissu musculaire lisse et du tissu strié. Bottazzi et Fano admettent, avec Biedermann, que la contraction rythmique du muscle cardiaque, de même que celle qui est produite au moyen d'une excitation quelconque, doit être considérée comme une contraction élémentaire, ralentie et prolongée dans toutes ses phases. Le cœur doit être placé, quant à sa structure et ses fonctions, parmi les muscles rouges et à contractions lentes, c'est-à-dire que l'on devrait pouvoir y produire facilement le tétanos au moyen d'excitations relativement peu fréquentes. En effet, Ranvier, dans le cœur de la grenouille, et Bottazzi, dans le cœur embryonnaire du poulet ont obtenu, à la suite d'excitations électriques fréquentes et fortes des courbes analogues au tétanos du muscle strié. Mais l'analogie du phénomène graphique n'est qu'apparente, car il ne s'agit pas ici d'une véritable fusion de contractions simples, mais d'une contraction tonique prolongée (« tétanos de la tonicité » de Ranvier, qui, d'ailleurs, peut être facilement reproduite dans les muscles rouges. Le mécanisme de la contraction tonique restait indéterminé quand Bottazzi a émis l'hypothèse d'après laquelle le caractère tonique de la contraction musculaire, sous quelque forme qu'elle se présente, serait dû à la contraction du sarcoplasme. La substance biréfringente serait le siège de la contraction rythmique spontanée du cœur. Mais avec un courant électrique fort, on peut produire la contraction tonique du cœur, qui a son siège dans le sarcoplasme. Pendant la contraction tonique, il peut y avoir persistance des contractions rythmiques spontanées; si elles se produisent, la contraction tonique n'est pas maximale et les contractions rythmiques apparaissent sur une ligne de tonicité plus élevée que lors du fonctionnement normal de l'organe. Biedermann dit à ce sujet :

« Il n'est pas douteux que les muscles du cœur et du bulbe artériel

(1) Bottazzi et Fano. *Cœur (Physiologie générale). Diction. de Physiologie* de Ch. Richet, 1899, tome IV); Fano : Ueber die Tonusschwankungen der Atrien des Herzens von Emys europaea (*Beitr. zür Physiol*). C. Ludwig Gewidmet, Leipsig, 1887); Bottazzi. De l'action du vague et du sympathique sur les oreillettes du cœur de l'Emys europaea (*Arch. ital. de Biologie*, 1900, t. XXXIV, et 1901, t. XXXVI) La bibliographie complète se trouve dans mon mémoire : *Etude sur la contraction tonique du muscle strié et ses excitants*, Bruxelles, 1903.



ne puissent, pendant l'excitation tétanique, manifester plus ou moins la faculté rythmique si hautement développée en eux ». Cette forme du tétanos cardiaque, analogue au tétanos rythmique observé par Ch. Richet dans les muscles de la pince de l'écrevisse, et par Schönbein dans les muscles du *Dytiscus* et de l'*Hydrophile* (1), ne diffère donc du tétanos de la tonicité, dans lequel toute trace de contraction rythmique a disparu, que par la hauteur de la contraction sarcoplasmatique

Une propriété très remarquable de l'oreillette cardiaque a été découverte par Fano et désignée par lui sous le nom de « oscillations du tonus ». Si l'on enregistre les battements rythmiques spontanés d'une oreillette de tortue, on observe qu'ils ne se trouvent pas tous sur la même abscisse, mais qu'ils se font sur une ligne de tonicité à oscillations rythmiques ascendantes et descendantes. Le tonus des oreillettes passe donc par des phases alternatives d'augmentation et de diminution. Il se peut même que les oscillations de tonicité deviennent tellement considérables, qu'elles ne laissent pour ainsi dire pas de place, au sommet, à la fonction fondamentale, en sorte que celle-ci disparaît complètement à cet endroit de la courbe. On possède dans la chaleur un moyen convenable pour séparer entre elles les deux fonctions du cœur de tortue. Le froid (entre 11° et 0°) agit en produisant une augmentation progressive du tonus, qui est accompagnée par un affaiblissement parallèle des contractions rythmiques (appelées contractions ou fonctions fondamentales du cœur). Bottazzi, qui a observé le même effet du froid sur le muscle lisse œsophagien du crapaud, explique l'augmentation du tonus par une augmentation de l'irritabilité du sarcoplasme sous l'influence du froid Il existe d'autres procédés expérimentaux pour dissocier les deux fonctions de l'oreillette (2). L'excitation du vague droit ou des deux vagues arrête la fonction fondamentale, mais n'exerce aucune action d'arrêt sur les oscillations rythmiques du tonus. La muscarine paralyse complètement la fonction fondamentale, tandis qu'elle agit comme un stimulant très efficace sur les oscillations de la tonicité. L'atropine agit en sens inverse. La nicotine paralyse les oscillations du tonus, tandis qu'elle exagère la fonction fondamentale. Quant à la ligne de tonicité générale, la muscarine l'élève, l'atropine l'abaisse ; la nicotine n'y apporte aucun changement notable. La vératrine abolit les oscillations du tonus et exagère la fonction fondamentale ; à plus haute dose, elle déprime aussi la fonction fondamentale. La ligne de tonicité est au commencement élevée par la vératrine,

(1) Ces muscles, quoique striés, doivent être considérés comme très riches en sarcoplasme.

(2) Les oscillations du tonus sont rarement perceptibles dans le ventricule.

abaissée vers la fin. Les actions de l'helléboréine, de la digitaline, de la caféine ne sont pas non plus les mêmes sur les deux fonctions de l'oreillette cardiaque.

La fonction fondamentale et les oscillations de la tonicité auriculaire se laissent donc parfaitement distinguer par leur manière souvent opposée de ressentir l'action des poisons. Les oscillations de la tonicité ont été retrouvées par Bottazzi dans les oreillettes de la grenouille et du crapaud. Elles survivent à la fonction rythmique fondamentale Les sels de potassium à faible dose dépriment, puis arrêtent les contractions rythmiques fondamentales, tandis qu'ils laissent indemnes, pendant quelque temps, les oscillations du tonus et abaissent de beaucoup le tonus général du muscle auriculaire

Ces deux fonctions de l'oreillette sont une manifestation de la contractilité et non de l'élasticité du muscle. Mais tandis que la fonction fondamentale est l'expression de l'activité de la substance anisotrope du muscle cardiaque, les oscillations du tonus sont l'expression de la fonction motrice du sarcoplasme du même muscle (Bottazzi). On a saisi l'analogie frappante entre les oscillations du tonus et le tétanos de la tonicité, provoqué artificiellement dans le cœur par des excitations électriques.

Les oreillettes paraissent posséder un plus haut degré d'automatisme que les ventricules. Il existe une analogie fonctionnelle entre le sinus veineux et le cœur embryonnaire. Le sinus présente, même à l'état adulte, une structure moins différenciée, et il demeure durant toute la vie dans un état quasi embryonnaire. On peut localiser l'irritabilité et l'automatisme dans deux parties différentes de l'élément musculaire, c'est-à-dire dans la substance anisotrope et dans le sarcoplasme. L'irritabilité est en relation directe avec le développement de la substance biréfrigente, tandis que l'automatisme est en relation directe avec la quantité de sarcoplasme. L'excitation suffisante pour produire une contraction cardiaque est plus forte que celle qui est nécessaire pour produire la contraction du muscle strié du même animal, et insuffisante pour faire contracter un muscle lisse. Le cœur tient le milieu. Le cœur n'est pas très irritable, mais est doué d'un très grand automatisme. Son excitabilité augmente dans le cours du développement, car le cœur embryonnaire à la première période de son développement fonctionne avec grande activité, mais présente une excitabilité nulle (Fano). La plus grande résistance du cœur des animaux à sang froid s'explique en partie par leur plus faible irritabilité.

Biedermann pense que, pour expliquer la différence de vitesse de la transmission de l'onde d'excitation dans les divers tissus musculaires, il faut admettre que les ondes rapides se propagent par les fibrilles et les

ondes lentes par le sarcoplasme. Or, suivant Bottazzi et Fano, la conduction n'est pas égale dans toute l'étendue du cœur; entre le sinus veineux et les oreillettes, entre les oreillettes et les ventricules, elle subit un ralentissement notable. A cet endroit se trouvent, en effet, des éléments musculaires à type embryonnaire, c'est-à-dire moins différenciés, plus riches en sarcoplasme, et dans lesquels, comme dans les éléments musculaires lisses, le pouvoir de conduction est inférieur.

III. — La contraction des muscles lisses.

Passons maintenant aux muscles lisses Ce qui caractérise la contraction des fibres musculaires lisses, c'est qu'elle se fait très lentement et atteint progressivement un maximum qui se maintient un certain temps. La décontraction se fait aussi avec grande lenteur. Ces éléments sont donc propres à exercer un mouvement durable et continu. Cette action est en rapport avec un degré moins parfait de différenciation, les muscles lisses étant les plus riches en sarcoplasme, très voisins de l'état embryonnaire. Ils sont aussi moins fatigables. Ainsi, à part l'expérience contradictoire d'Engelmann, qui trouve très fatigables les muscles lisses de l'urètre chez le chien, tous les auteurs sont d'accord (Woodworth, Colin-Stewart) pour attribuer aux muscles lisses une très grande résistance à la fatigue, ce qui d'ailleurs cadre bien avec leur longue survie. Les muscles lisses sont, comme nous venons de le voir, moins excitables et demandent pour réagir une force excitatrice supérieure à celle qui est suffisante pour les muscles striés Enfin, les muscles lisses sont doués d'automatisme. Colin-Stewart constata des contractions spontanées de la vessie du chat, se produisant encore quarante-huit heures après l'extraction (à la température de la chambre) et pendant quatre jours dans le muscle refroidi. Bottazzi observa que les muscles lisses de l'œsophage du gastéropode *Aplysia depilans*, ainsi que les muscles lisses de l'œsophage du crapaud, étaient doués de mouvements automatiques et de rythmicité, propriété attribuée presque exclusivement au muscle cardiaque.

L'œsophage de *Aplysia*, détaché et placé dans une chambre humide, exécute des contractions automatiques, au nombre de quinze à seize par minute, et l'on y observe aussi les oscillations du tonus comparables à ceux de l'oreillette. Les poisons qui augmentent le tonus dans les muscles lisses l'augmentent aussi dans l'oreillette et l'on observe la même relation pour les poisons qui dépriment le tonus. La substance anisotrope des muscles lisses, étant très rare, n'exerce pas une fonction motrice facilement appréciable La fonction motrice des muscles lisses est limitée à leur matériel sarcoplasmatique, et il n'existe pas ici de

contractions plus rapides, comparables aux systoles auriculaires. Les mouvements des muscles lisses sont essentiellement comparables aux oscillations du tonus des oreillettes.

IV. — Contraction des muscles striés

Des phénomènes exactement opposés s'observent dans les muscles striés ordinaires, qui, étant les plus différenciés, possèdent une fonction motrice rapide, localisée dans la substance anisotrope. La contraction simple des muscles striés, si bien connue et décrite par les physiologistes, est l'expression des propriétés motrices de la substance biréfringente. La fonction sarcoplasmatique doit être recherchée attentivement pour ne pas passer inaperçue. On peut ainsi donner l'explication de certains phénomènes observés parfois dans les muscles striés, tels que la contracture de Tiegel, la contraction idio-musculaire de Schiff, l'onde secondaire de Ch. Richet, le « nez » de Funke, le dédoublement de la secousse dans la vératrinisation, etc. Bottazzi s'est demandé si, par l'emploi d'un excitant convenable, il n'était pas possible d'exalter les propriétés motrices du sarcoplasme même dans les muscles striés ordinaires, qui, étant très pauvres en sarcoplasme, ne réagissent d'habitude que par leur substance anisotrope, en donnant la contraction brève. La contraction due à la vératrine pourrait être produite par une contraction prolongée du sarcoplasme de chaque cellule musculaire. Mais alors ces manifestations de contracture devraient être provoquées d'autant plus facilement que les muscles seraient plus riches en sarcoplasme. L'auteur essaya à cet effet toute une série de substances chimiques sur le muscle gastrocnémien de crapaud, composé de fibres rouges, et le trouva plus sensible à leur action que les muscles pâles de grenouille. La contracture obtenue est toujours plus forte chez le crapaud que chez la grenouille (1).

V. — La contraction des muscles de l'embryon

Weiss (2) a pris pour objet d'étude l'embryon au cours de son développement. Au milieu du protoplasma non différencié, on voit apparaître peu à peu les fibrilles, dont le nombre va en augmentant avec l'âge de l'embryon. En étudiant les mouvements de ces embryons, l'auteur a pu en tirer quelques conclusions sur le rôle des fibrilles et le rôle du sarcoplasme dans le phénomène de la contraction. Ses conclusions sur le rôle

(1) F. Bottazzi. — Ueber die Wirkung des Veratrins und anderer Stoffe auf die quergestreifte, atriale und glatte Muskulatur (*Arch. für Physiol.*, 1901, p. 377-427).

(2) G. Weiss. — Recherches sur les muscles de l'embryon (*Journal de physiologie et de pathologie générale*, vol. I, 1899, fasc. 4, p. 665-672).



du sarcoplasme se concilient parfaitement avec celles de Bottazzi. L'exploration se faisait soit par la méthode unipolaire, soit par la méthode bipolaire ; les embryons étaient directement excités par les électrodes métalliques. L'auteur a opéré sur les embryons de différents âges de la grenouille, de l'axolotl, du poulet et du cobaye. En suivant le muscle dans le cours de son développement, voici ce que l'on observe :

Au début, quand il n'y a pas encore de fibrilles, c'est au protoplasma seul qu'il faut attribuer tous les mouvements ; ces mouvements sont lents, automatiques. Chaque fois que l'on fait une excitation quelconque, il se produit le même mouvement qui n'a aucune relation avec la grandeur de l'excitation ni avec l'endroit où elle a été produite ; on n'a fait que déclancher le mouvement. Lorsque le muscle est presqu'uniquement composé de fibrilles ou plutôt quand ces fibrilles ont pris une part prépondérante, le muscle est excitable localement et répond par une petite secousse brève à chaque excitation ; l'amplitude de cette secousse croît alors avec la grandeur de l'excitation.

Lorsque l'on prend un état intermédiaire, on voit se produire une superposition des deux effets, la fibrille donnant une série de petites secousses en escalier si l'on prend un courant périodique, le protoplasma changeant de forme plus lentement que la fibrille et jouant dans le muscle un rôle de soutien intérieur, pour permettre aux secousses successives de produire un raccourcissement de plus en plus grand

VI. — La contraction des muscles des invertébrés marins.

F. Jolyet et J. Sellier ont fait une étude sur la contraction musculaire chez les invertébrés marins (1). Bien que cette étude n'avait en vue que d'établir le rôle de la substance anisotrope dans la contraction, elle doit néanmoins être analysée ici, car les auteurs se sont proposés de tirer plus tard quelques déductions générales relatives à la physiologie et à l'histologie comparées du muscle.

Chez les invertébrés, le système musculaire est constitué, comme chez les animaux supérieurs, par des muscles lisses et par des muscles striés en travers. On peut se demander si les différences essentielles que l'on connait chez les animaux vertébrés, sous le rapport de la promptitude du mouvement, toujours en harmonie avec la différence de structure, existent avec les mêmes caractères chez les animaux inférieurs Il y a lieu aussi de savoir si, à la double striation oblique des fibres de

(1) F. Jolyet et J. Sellier. — Contributions à l'étude de la Physiologie comparée de la contraction musculaire chez les animaux invertébrés (*Société scientifique et Station zoologique d'Arcachon*, année 1899, pp. 49-92).

passage, signalées chez beaucoup d'invertébrés, ne sont pas liées des propriétés particulières de mouvement. La striation révélant certaines propriétés physiologiques des muscles en rapport avec la rapidité de la contraction, inversement l'étude physiologique de la contraction pourra en indiquer à son tour les caractères morphologiques. Cette étude avait déjà été abordée par Ranvier, Marey, Ch. Richet, de Varigny.

Dans une première série d'expériences, Jolyet et Sellier étudient la contraction musculaire chez la *Holothuric*, chez *Asterias rubens*, *Ascidia intestinalis*, *Aplysia fusciata*, *Allolobophora*, *Doris*, *Triton giganteum*, *Mactra helvacea*, *Solen ensis*, *Cassidaria tyrrhena*, *Pholade dactyle*. — Les muscles de ces invertébrés, dont on a fait l'étude, bien qu'appartenant tous au système de la vie de rotation, peuvent être rangés pour la plupart dans la catégorie des muscles à contraction lente, se rapprochant plus ou moins du mode de contraction des muscles lisses des animaux vertébrés.

Certains de ces muscles même, comme les bandes musculaires de l'holothurie, les muscles de l'aplysie et de l'astérie ont tous les caractères des muscles lisses des vertébrés : longueur de secousse et de ses diverses phases, nombre restreint des excitations nécessaires à les tétaniser.

Toutefois, pour quelques autres de ces muscles, on voit déjà apparaître des différences notables : si la période de contraction totale demeure toujours plus ou moins durable et allonge la secousse, on voit du moins le temps perdu du muscle diminuer considérablement, comme c'est le cas pour les muscles du pied de Solen, de la capsidaria et de la pholade. Chez ces mêmes animaux, la période de contraction s'effectue avec une rapidité plus grande.

Il est intéressant de remarquer que cette adaptation plus parfaite du muscle à la contraction est en rapport avec un degré de différenciation plus parfait aussi des fibres contractiles. C'est, en eftet chez ces invertébrés que la fibre musculaire à double striation oblique a été découverte par Schwalbe et étudiée ensuite par Engelmann, Fol, Knoll, etc. On doit les considérer, au double point de vue physiologique et morphologique, comme des formes de passage entre la fibre lisse et la fibre striée en travers.

L'étude du muscle adducteur des *peignes*, dont la contraction possède tous les caractères des muscles volontaires des animaux vertébrés, vient confirmer ces vues, puisque ce muscle est composé de fibres musculaires striées, dont la finesse et la striation transverse égale celle des mêmes éléments chez les mammifères. Ce muscle joue un rôle capital dans la locomotion de ces animaux, qui ont la faculté de se déplacer et de se

mouvoir dans l'eau avec une grande agilité. On peut fixer à 20 environ le nombre d'excitations électriques nécessaires pour produire le tétanos.

On sait que le muscle adducteur des peignes est composé de deux parties nettement distinctes : la plus grosse partie du muscle de fermeture étant formée de fibres striées ; l'autre partie, de fibres lisses. C'est la partie striée qui opère seule la fermeture rapide de la coquille, tandis que le muscle lisse la ferme lentement, mais la maintient fermée d'une façon durable et avec force. La fermeture produite après la section du muscle lisse n'est plus de longue durée. Le tétanos produit après la section de la partie striée possède tous les caractères du tétanos des muscles lisses : temps perdu long, raccourcissement lent du muscle jusqu'à un certain maximum, et qui se maintient longtemps après que l'excitation a cessé.

Dans une autre série d'expériences, les auteurs ont étudié la contraction musculaire chez les *céphalopodes* Bien qu'on n'ait pas signalé jusqu'ici chez ces mollusques l'existence dans leurs muscles de véritables fibres striées, on doit cependant ranger ces organes dans la catégorie des muscles à contraction rapide.

Enfin, chez les *crustacées*, la striation transversale des fibres musculaires est la règle. Les tracés de secousses et de tétanos montrent que les muscles des crustacés appartiennent au type plus ou moins rapide des organes du mouvement et correspondent, par conséquent aussi, par leurs propriétés physiologiques, aux variétés connues des muscles striés volontaires des animaux vertébrés.

La caractéristique d'un *muscle rapide*, disent Jolyet et Sellier, c'est la courte durée de sa réponse à l'excitation, comparée à la longue durée de la réponse du *muscle lent*, beaucoup plus que la rapidité plus ou moins grande de sa décontraction complète, très variable d'ailleurs, pour des causes diverses. Dansle mémoire original des auteurs, on trouvera des tracés intéressants se rapportant à la contraction des muscles de *Astacus fluviatilis*, *Portunus puber*, *Eryphia spinifrons*, *Platycarcinus payurus*, *Maïa squinado*, *Carcinus mœnas*, *Pachygraphus marmoratus*, *Pagurus bernardus*, etc.

VII. — Influence de la vératrine sur la contraction musculaire

L'empoisonnement d'une grenouille par la vératrine conduit les muscles à un état très particulier, observé pour la première fois par Kölliker (1856), et étudié plus tard avec détails par von Bezold (1867). Dans la vératrinisation, toute excitation électrique momentanée (chocs d'induction) qui atteint soit le muscle même, soit le nerf moteur, produit une contraction tonique prolongée, qui ne se dissipe que très lentement. La vératrine possède donc la propriété remarquable d'allonger considé-

rablement la secousse musculaire. Ce phénomène, disent Fick et Böhm (1889), présente un intérêt extraordinaire au point de vue de la mécanique des muscles et des nerfs, ce qui, d'ailleurs, n'avait pas échappé à l'appréciation de Von Bezold.

La contraction du muscle vératrinisé est-elle le tétanos ? Bezold et Hirt avaient considéré la contraction du muscle vératrinisé comme un véritable tétanos, mais cette opinion a été reconnue fausse par les recherches de Fick et Böhm et par celles de Mendelssohn. Il est certain aujourd'hui que la contraction du muscle vératrinisé est une contraction simple. Il est, en effet, impossible de constater la nature oscillatoire de ce prétendu tétanos, ni par le tétanos secondaire de la patte galvanoscopique, ni par le téléphone On n'observe pas de trace de tétanos secondaire, affirment Fick et Böhm ; on n'obtient qu'une contraction secondaire au moment où commence la contraction du muscle vératrinisé.

La contraction du muscle vératrinisé est donc la secousse simple, mais tellement prolongée, que le nom de secousse ne peut lui être appliqué. Elle présente le type d'un troisième genre de contraction, désigné sous le nom de *contraction tonique*, et qui se caractérise par sa longue durée jointe à l'absence de caractère tétanique, et à la force restreinte de raccourcissement. Nous verrons dans la suite que cette dénomination de « contraction tonique », donnée par Ranvier (« tétanos de la tonicité ») et par Wundt « *Duuercontraction*, *tonische Contraction* » à ce genre de contractions, peut aussi être appliquée à la contraction du muscle vératrinisé, d'autant plus que les recherches de Bottazzi et les miennes ont démontré que la contraction tonique est réellement l'expression de la « tonicité » musculaire, propriété distincte de l'élasticité.

Von Bezold prétendait que, dans la vératrinisation, la forme de la courbe différait selon que l'excitation portait sur le muscle ou sur le nerf. Fick et Böhm ont contesté cette opinion, en montrant que les mêmes courbes caractéristiques s'obtiennent dans les deux cas. Ils décrivent trois formes principales :

1° Le muscle se contracte rapidement au maximum et se relâche tout d'abord assez rapidement, ensuite plus lentement, en sorte que le myogramme ressemble à un triangle, dont l'hypoténuse est la ligne de relâchement, et dont une des cathètes est la ligne de raccourcissement ;

2° Contraction rapide au maximum, suivie d'un relâchement rapide jusqu'à un certain point, à partir duquel on voit s'élever une seconde contraction lente, suivie d'un relâchement lent ; le myogramme ressemble à un pouls dichrote La deuxième élévation lente peut dépasser en hauteur la première élévation rapide, lui être égale ou inférieure ;

3° Contraction rapide au début, ralentie ensuite, avec plateau et



relâchement lent. La forme dépend de l'état du muscle, mais, dans un cas donné, elle est la même à l'excitation directe et indirecte.

Les formes de la contraction vératrinique sont, en effet, très différentes (voir travaux de Overend, Lauder Brunton et Cash. Bottazzi). Tandis que la branche ascendante de la courbe ne subit presqu'aucune modification dans la vératrinisation, la branche descendante est considérablement allongée. Voici les formes principales qu'il m'a été donné d'observer :

Il arrive que tout se borne à une contracture plus ou moins forte et prolongée, c'est-à-dire que le muscle reste contracté plus longtemps que

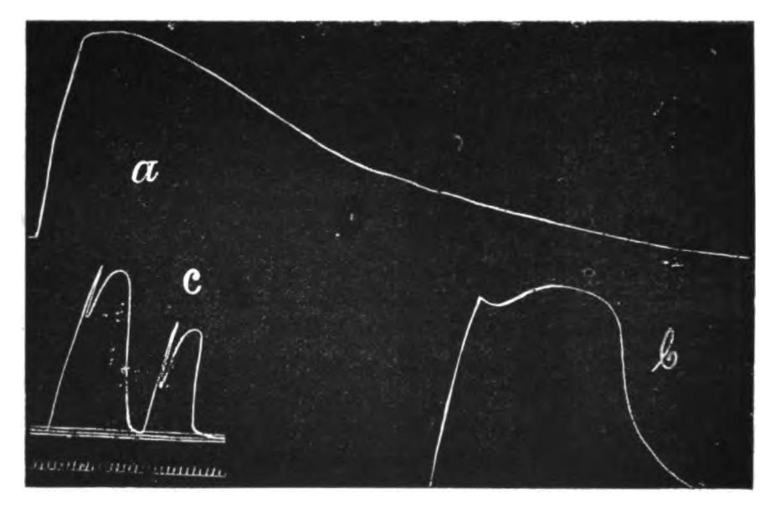


Fig. 1 — Différentes formes de la contraction du muscle vératrinisé. Temps en cinquièmes de seconde. (D'après l'auteur.)

ne le comporte l'action brève de l'excitant et ne se relâche que très lentement. On obtient alors une contraction unique en apparence, rappelant les formes triangulaires de Fick et Böhm (Voir fig. 1 *a*).

Mais d'autres fois, et c'est le cas très fréquent, on observe un dédoublement de la secousse, laquelle s'accomplit en deux temps. Tout d'abord, il se produit, au moment du passage de l'onde excitatrice, une secousse initiale, rapide, tout à fait semblable à la contraction simple, laquelle est suivie aussitôt du relâchement du muscle : mais avant que le levier ait atteint la ligne des abscisses, le muscle entre de nouveau en contraction, et cette dernière présente une durée bien plus considérable (voir fig. 1, *b*, *c*.). Cette élévation secondaire, qui naît en apparence spontanément après le passage du courant induit, peut se produire à différents moments après le

début de la secousse initiale. Quelquefois, la secousse initiale est presque descendue à la ligne des abscisses, quand l'élévation secondaire se produit. D'autres fois, et même très fréquemment, elle suit presqu'immédiatement la secousse initiale et remonte assez haut au point de présenter la plus grande analogie avec le phénomène connu sous le nom de « nez » de Funke. Le *moment* de l'apparition de l'élévation secondaire est donc un des facteurs qui décident de la forme de la contraction du muscle vératrinisé. Quand elle naît immédiatement après la secousse initiale, les deux contractions se confondent (fig. 1, *a*), et nous n'obtenons pas de dédoublement, mais la contracture simple. Toutefois, même dans ce cas, l'origine double des deux contractions est suffisamment prouvée par leur inégale durée. En passant par toutes les formes intermédiaires (fig. *b*, *c*), où la contraction secondaire débute sur un point situé plus ou moins haut sur la branche descendante de la courbe, nous arrivons enfin aux « formes extrêmes » signalées par Lauder Brunton et Cash et aussi par Bottazzi (1), et qui viennent d'être l'objet d'études détaillées de ma part : l'élévation secondaire ne commence qu'après le relâchement complet de la secousse initiale, en sorte que les deux secousses sont séparées par un intervalle appréciable (voir fig. 2). Cette séparation complète des deux contractions, qui est un argument de première importance en faveur de leur origine distincte, montre que, dans certains cas, il ne s'agit plus du dédoublement de la secousse, mais bien de deux contractions autonomes, l'une rapide, l'autre lente, en réponse à une seule excitation électrique. Ces phénomènes deviendront encore bien plus intelligibles quand nous tâcherons de rattacher toutes les formes de la contraction du muscle vératrinisé à l'état fonctionnel du muscle.

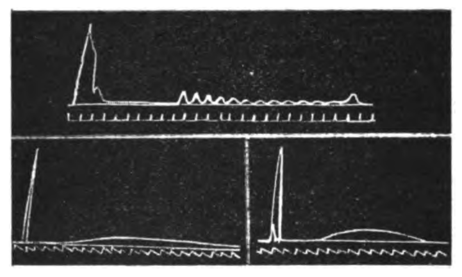


Fig. 2. — Formes extrêmes de la contraction du muscle vératrinisé. On voit que dans les trois contractions, prises sur des muscles différents, il y a séparation complète entre la secousse initiale et la contracture. Temps en cinquièmes de seconde. Dans la figure supérieure, la contracture est représentée par des ondulations rythmiques (d'après l'auteur).

Un second facteur, non moins important, qui décide de la forme du myogramme, est la *hauteur* atteinte par l'élévation secondaire, ainsi que Fick et Böhm l'avaient déjà remarqué et comme on peut s'en convaincre par l'examen des tracés. Un troisième facteur est la *vitesse* avec laquelle

(1) Cet auteur observa la forme extrême surtout avec l'oxalate acide de soude.

la contraction secondaire atteint son apogée, et enfin un quatrième facteur est sa *durée.* Ce dernier facteur est très inconstant, comme on le voit par les figures ci-jointes. Après s'être contracté, le muscle vératrinisé revient généralement à sa forme primitive, et le myogramme présente une forme finie ; mais quelquefois le muscle reste légèrement contracté, et l'abscisse décrite par le levier reste indéfiniment parallèle à l'abscisse primitive sans jamais l'atteindre. La forme du myogramme dépend donc uniquement de l'élévation secondaire, car la secousse initiale reste non modifiée, constamment comparable à elle-même.

Nous voyons ainsi que la contraction du muscle vératrinisé possède tous les caractères de la contraction tonique Nous appellerons *contraction fibrillaire ou anisotrope* la secousse initiale, brève; et nous désignerons sous le nom de *contraction sarcoplasmatique ou tonique* l'élévation secondaire, lente, qui succède à la secousse initiale dans la vératrinisation du muscle Dans le cours de cet ouvrage, j'exposerai toutes mes contributions personnelles, qui confirment la théorie du physiologiste italien, au point qu'elle acquiert aujourd'hui la certitude que peut donner une théorie démontrée.

Il arrive quelquefois que le sommet n'est plus bifide, mais trifide ou multifide. Burdon-Sanderson explique la multiplicité des sommets (Mehrgipfelkeit) par l'intoxication inégale des fibres musculaires.

Les ondulations peuvent affecter non seulement le sommet de la courbe, mais aussi sa branche descendante dans ses diverses parties, ainsi qu'on le voit sur la figure 3. Le tremblement est rythmique ou irrégulier, sa fréquence est très variable (comparer la vitesse du cylindre indiquée sur chaque myogramme). Sur la figure 3*a*, les ondulations sont extrêmement régulières et s'étendent sur toute la longueur de la branche descesdante; leur rythme devient de moins en moins fréquent avec les progrès de la fatigue. Sur la figure 3*b*, le tremblement n'affecte que la partie supérieure de la branche descendante. Sur la figure 3*c*, il affecte la moitié environ de la branche descendante. En règle générale, les ondulations disparaissent sur la dernière partie de la courbe, et les figures comme le tracé 3*a* sont exceptionnelles. Un muscle qui a présenté du tremblement possède les mêmes caractères sur tous ses myogrammes. On observe exceptionnellement le tremblement sur le sommet de la branche ascendante de la contraction initiale, mais il est probable qu'il s'agit là du début de la contraction secondaire.

On sait que Mendelssohn, dans sa description des quatre courbes musculaires pathologiques (courbe spasmodique, courbe paralytique, courbe atrophique, courbe dégénérative), considère les ondulations de la partie descendante comme caractéristiques de la courbe dégénérative.

Nous tâcherons ultérieurement de mettre en relief l'analogie qui existe à cet égard entre la réaction de dégénérescence et la vératrinisation.

Avec une vitesse très lente du cylindre et avec des excitations

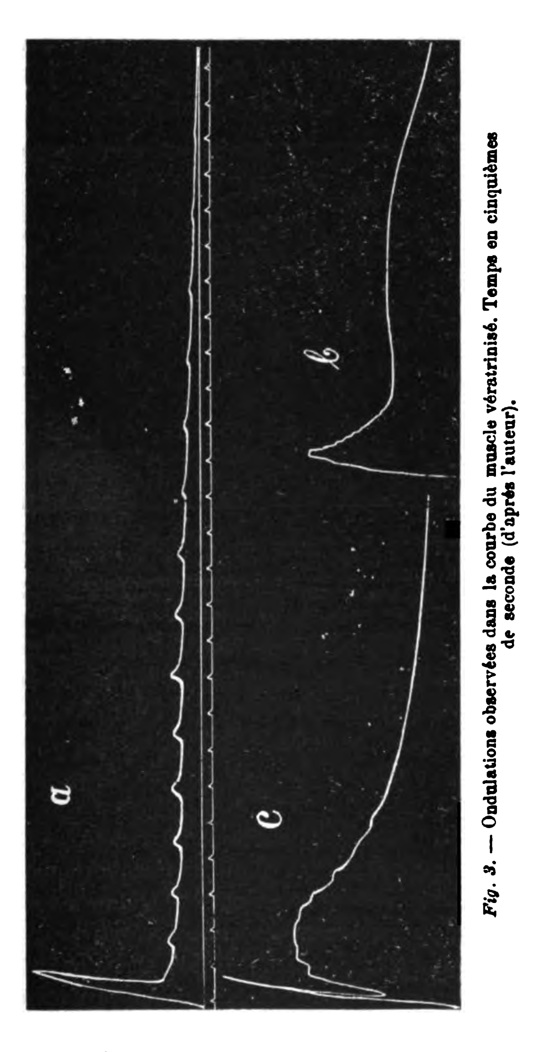


Fig. 3. — **Ondulations observées dans la courbe du muscle vératrinisé. Temps en cinquièmes de seconde (d'après l'auteur).**

rythmées de trente à quarante par minute, on obtient ***la courbe de la fatigue*** du muscle vératrinisé. Cette courbe ressemble à s'y méprendre à la « contracture physiologique » de Tiégel, car les excitations venant surprendre le muscle au moment où il n'est pas encore complètement relâché, nous obtenons une élévation progressive de la ligne de tonicité,

Mais l'effet de la vératrine disparaissant au bout d'un petit nombre d'excitations, la contracture va en diminuant, et bientôt la ligne de tonicité redescend jusqu'à l'abscisse primitive. La contracture descend d'autant plus vite que le rythme des excitations est plus fréquent. Il en résulte, dans la forme générale de la courbe, un vide triangulaire à base tournée du côté de l'abscisse (voir fig. 4). On observe d'habitude un escalier très prononcé dans la courbe de fatigue du muscle vératrinisé ; les premières

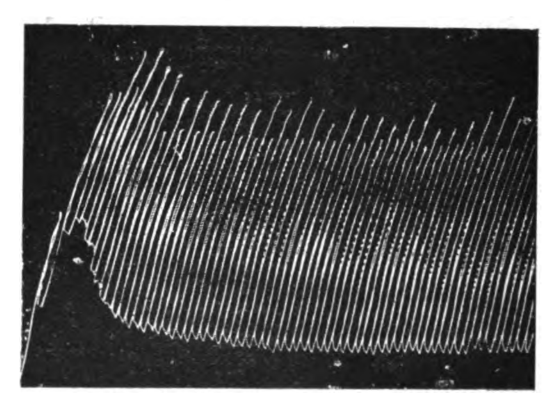


Fig. 4. — Courbe de fatigue dans la vératrinisation du muscle, montrant la disparition de la contracture vératrinique au bout d'un petit nombre de contractions. Temps en cinquièmes de seconde Excitation par les courants alternatifs de fermeture et d'ouverture induction (d'après l'auteur).

contractions, qui se font sur une ligne de tonicité très élevée, conservent leur hauteur primitive à partir de la nouvelle abscisse (fig. 4). Dans d'autres cas, moins fréquents, les contractions qui se font sur une ligne de tonicité élevée sont très réduites en hauteur et se présentent comme de petites ondulations ; elles augmentent d'amplitude avec l'abaissement de la ligne de tonicité (fig 5).

Il est intéressant de constater, ainsi que Fick et Böhm l'avaient déjà remarqué, que dans les excitations rythmées et assez fréquentes, les bases des secousses forment en s'élevant une courbe, qui correspondrait exacement à la ligne de l'allongement du muscle vératrinisé, s'il avait été laissé au repos après la première secousse (voir fig. 6 et aussi les figures précédentes). D'après ces auteurs, l'ammoniaque produit un effet semblable, mais ils n'essayent même pas d'expliquer ce phénomène. Il est de toute évidence sur nos tracés Il montre l'indépendance qui existe entre les deux contractions, la contraction lente poursuivant son cours après la première excitation, et sur son sommet venant se greffer les contractions brèves, éveillées par la répétition de l'excitation. Cette forme de contraction rappelle en tous points la contraction tonique du

cœur, excitée par le stimulant électrique et avec persistance des fonctions rythmiques fondamenlales.

D'après Bottazzi, la vératrine produit aussi la contraction de l'oreil-



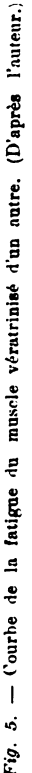


Fig. 5. — Courbe de la fatigue du muscle vératrinisé d'un autre. (D'après l'auteur.)





Fig. 6. — Courbes de la fatigue du muscle vératrinisé, rappelant les contractions toniques du cœur, éveillées par le stimulant électrique et avec persistance de la fonction rythmique fondamentale (d'après l'auteur)

lette de la tortue et des muscles lisses de l'œsophage du crapaud. Cette contracture n'est pas due à l'excitation des nerfs, car même une oreillette fortement empoisonnée par l'atropine présente la même contracture vératrinique. Le même phénomène s'observe dans l'empoisonnement du cœur par la nicotine (au lieu de l'atropine). La vératrine à faible dose

produit tout d'abord une augmentation du tonus, aussi bien de l'oreillette que des muscles de l'œsophage, mais cette augmentation du tonus est suivie du relâchement lent du muscle qui descend au-dessous de la ligne de tonicité moyenne. La même action de la vératrine a été observée sur d'autres espèces animales. La vératrine déprime le cœur et l'arrête en diastole (Ringer, Pickering) Elle excite tout d'abord le tissu contractile des méduses et arrête en expansion les mouvements automatiques (Romanes). Elle produit le même effet sur le cœur du *Carcinus moenas* (Plateau) et sur celui des lamellibranches (Yung).

Bottazzi place par conséquent la vératrine parmi les poisons qui abaissent finalement le tonus musculaire, et ceci se trouve confirmé par l'allongement que présentent souvent les muscles striés quand ils ont été soumis à l'action de la vératrine Cet allongement est aussi visible sur plusieurs de mes tracés.

Tout récemment, Santesson a décrit des oscillations du tonus dans le muscle vératrinisé, comparables aux oscillations observées par Fano et par Bottazzi dans le muscle cardiaque. Dans certains cas, la contracture du muscle vératrinisé se prolonge presque indéfiniment Or, la ligne décrite sur le myogramme n'est pas une droite, mais elle est composée d'ondulations, rappelant les oscillations du tonus du sarcoplasme.

Quelle est l'*influence du poids* sur la contraction du muscle vératrinisé ? Nous avons déjà mentionné que la contraction du muscle vératrinisé n'était pas le tétanos, car il était impossible de constater sa nature oscillatoire. L'absence de caractère tétanique se reconnait encore à cette particularité que la force de raccourcissement de toutes les contractions toniques, y compris la contraction du muscle vératrinisé, est bien inférieure à celle du tétanos.

Sur quelle partie de l'appareil neuro-musculaire agit la vératrine ?

Cette question avait été déjà traitée par Von Bezold ; il considère la substance musculaire comme subissant l'action du poison, mais le tronc nerveux n'est pas indemne d'après lui, car l'influx nerveux subit un ralentissement considérable ; en outre, Von Bezold prétendait que, dans la vératrinisation, la forme de la contraction différait selon que l'excitation portait sur le nerf ou sur le muscle Fick et Böhm ont combattu cette manière de voir, la forme caractéristique de la contraction pouvant être obtenue aussi bien dans l'excitation directe que dans l'excitation indirecte.

Von Bezold avait aussi prétendu que si l'on produit quelques contractions sur un trajet nerveux et qu'on obtient la disparition de la contracture par effet de la fatigue, on obtiendra de nouveau le tracé caractéristique en excitant un point du nerf situé plus bas. Il en conclut que la vératrine

agit sur le nerf. Fick et Böhm n'ont jamais pu obtenir rien de semblable, et ils pensent que von Bezold a dû être induit en erreur par le retour de l'état vératrinique sous l'influence du repos.

Enfin, von Bezold avait aussi affirmé que le courant d'action dans le nerf devient très apparent dans la vératrinisation, et il pense qu'une sorte de tétanos se produit aussi dans le nerf, en réponse à une excitation unique.

Mais Fick et Böhm trouvent que les chiffres rapportés par von Bezold ne s'écartent pas de ceux qu'on obtient à l'état normal, en sorte que les arguments de von Bezold perdent toute valeur probante. La question a été remise à l'ordre du jour depuis les recherches de Waller et de Garten. Lissauer admet aussi une action centrale de la vératrine Il reste néanmoins certain que la vératrine est avant tout un poison musculaire.

D'ailleurs, Fick et Böhm ont cru pouvoir trancher la question, grâce à la curarisation. Déjà Kölliker avait combiné ces deux poisons (vératrine et curare). Fick et Böhm ont constaté que le curare n'exerce aucune influence sur la vératrinisation : un muscle curarisé subit tout aussi bien l'action de la vératrine qu'un muscle normal, et il est même très curieux, ajoutent-ils, que ces deux poisons peuvent coexister sans se gêner mutuellement, le curare paralysant les terminaisons motrices, l'état vératrinique ayant son siège dans la substance musculaire même.

Il est vrai que cette assertion est contredite par les mêmes auteurs, quand ils cherchent une explication au phénomène suivant : on sait que la vératrinisation à haute dose conduit à l'inexcitabilité complète ; or les auteurs ont constaté que lorsque l'excitation du nerf cesse de provoquer des contractions, l'excitation directe du muscle est encore suivie d'une réponse motrice. Se refusant à admettre une action quelconque de la vératrine sur le tronc nerveux, ils pensent que l'inexcitabilité du nerf est due à la paralysie des terminaisons nerveuses Ils arrivent donc à admettre une action curaritante de la vératrine, ce qui est en contradiction flagrante avec les explications précédemment énoncées, savoir que la vératrine agit sur la substance musculaire, car son action caractéristique persiste même dans la curarisation.

Le fait de la persistance des effets de la vératrine dans un muscle curarisé est notoire, et encore tout récemment Bottazzi a montré, contrairement aux opinions de Zenneck, qu'il n'existe presque pas de différence entre un muscle curarisé et un muscle normal à l'égard des excitants chimiques (iodure de sodium, helléboréine, vératrine, muscarine, nicotine). D'ailleurs, le même auteur a vu les effets de la vératrine persister dans l'atropinisation du cœur.

Quelle est la nature de la contraction du muscle vératrinisé ? Hirt

l'avait considérée comme un véritable tétanos, opinion reconnue inexacte par les recherches plus récentes. D'après Fick, on serait tenté de considérer la secousse initiale comme étant due à l'excitation indirecte du muscle par l'intermédiaire des terminaisons nerveuses et l'élévation tonique comme étant l'expression de l'excitation directe de la substance musculaire ; mais une pareille opinion devient invraisemblable vis-à-vis de ce fait que les mêmes formes de la contracture vératrinique s'observent dans la curarisation. Il l'attribue par conséquent à une augmentation d'excitabilité musculaire sous l'influence de la vératrine. D'après Mendelssohn, ce phénomène est dû à une modification profonde de l'excitabilité de la fibre musculaire. Fick et Böhm ont montré que la contracture vératrinique développe beaucoup plus de chaleur que la secousse isolée, elle est donc liée à des mutations nutritives énergiques. D'après Biedermann, il y aurait lieu de prendre en considération l'hypothèse de Grützner, d'après laquelle même les muscles striés ordinaires seraient composés de deux éléments morphologiquement distincts, de fibres rouges et de fibres pâles. La forme caractéristique du tracé de la vératrine serait due par conséquent au mélange de ces deux espèces de fibres ; sous l'influence de la vératrine, la contraction de chacune de ces fibres serait partiellement dissociée ; l'une des courbes serait allongée, l'autre raccourcie, de telle sorte qu'il en résulterait un dédoublement du sommet. A l'appui de cette hypothèse, Biedermann cite le fait que le dédoublement de la secousse se rencontre assez fréquemment sous l'influence de l'action locale du carbonate de soude, et même sur des muscles tout à fait normaux de grenouille; ceci serait même la règle pour le couturier d'après Grützner. Overend pense que la vératrine augmente l'excitabilité des fibres rouges ; de même la contracture de Tiégel et la contraction idio-musculaire sont expliquées par la persistance de l'excitabilité des fibres lentes. Locke montra que pendant l'éthérisation, il y avait disparition des effets de la vératrine ; après que l'éther s'est dissipé, on observait de nouveau la contracture caractéristique de la vératrine En se basant sur une expérience de Neumann, d'après laquelle les muscles rapides se laissent narcotiser plus rapidement que les muscles lents, Locke conclut que la secousse initiale, qui persiste seule dans la narcose des muscles vératrinisés, est due à la contraction des fibres rouges Ceci est donc l'inverse de l'hypothèse d'Overend.

Carvallo et Weiss (1899) ont recherché si la cause du phénomène résidait réellement dans le mélange des fibres rouges et des fibres pâles. Ils ont choisi le premier radial externe du lapin (exclusivement composé de fibres pâles) et le radial interne (exclusivement composé de fibres rouges). Ils ont reconnu que les deux espèces de fibres sont aptes à

présenter les mêmes modifications sous l'influence de la vératrine. Il appert de ces expériences que le dédoublement de la secousse du muscle vératrinisé ne tient pas au mélange dans un même muscle de fibres rouges et de fibres pâles, car cette forme caractéristique se retrouve sur des muscles où ces deux espèces de fibres sont séparées (1).

Carvallo et Weiss se rangent par conséquent à l'opinion de Mendelssohn, de Kunkel, de Rossbach, que, sous l'infiuence de la vératrine, il y a augmentation d'excitabilité de la fibre musculaire ; quand cette modification a atteint une valeur convenable, il en résulte un dédoublement du sommet ou parfois une secousse à plusieurs sommets sur la branche descendante. Ces auteurs rappellent que, d'ailleurs, toutes les conditions qui modifient l'excitabilité du muscle exercent une influence notable sur la courbe de la vératrine. On sait que les excitations excessives et répétées font disparaitre les effets de la vératrine. Il en est de même en ce qui concerne l'anémie et les variations de la température. Brunton et Cash ont vu que la chaleur augmente l'action de la vératrine et que le froid la diminue. Quant aux températures extrêmes, elles arrêtent d'une façon permanente les effets de la vératrine sur le muscle.

Nous voyons par conséquent qu'aucune des explications proposées n'a pu être vérifiée, mais que tous les auteurs ont été frappés de l'origine double de la contraction du muscle vératrinisé. Par une évolution toute naturelle, on arrive ainsi à localiser la secousse primitive dans la substance anisotrope, et la contracture secondaire dans le sarcoplasme.

Fick avait admis l'existence de substances, dont les unes agissent sur le processus de raccourcissement, les autres sur le processus de relâchement. La vératrine appartiendrait aux substances inhibant le processus de relâchement. Or, tant qu'on n'avait considéré que la persistance de la courbe, pareille opinion pouvait se soutenir. On sait aujourd'hui que la persistance de la courbe dans la vératrinisation n'est pas due à un manque d'amortissement du processus de raccourcissement, mais qu'elle est l'effet d'un second raccourcissement ; la dissociation qui peut s'opérer entre la contraction primaire et la contraction secondaire montre en effet, que cette dernière est une contraction autonome, dont la longue durée est un des caractères.

VIII. — La forme de la contraction sarcoplasmatique déduite des recherches de l'auteur sur le muscle vératrinisé

Par des recherches appropriées, il nous a été possible de déterminer les différents caractères de la contraction sarcoplasmatique. En prenant

(1) Carvallo et Weiss. — De l'action de la vératrine sur les muscles rouges et blancs du lapin (*Journ. de Physiologie*, Janvier 1899) ; voir aussi *Soc. de Biologie*, 21 Mai 1898



la contracture vératrinique comme type, nous avons étudié sa période latente, son amplitude, sa durée, sa forme, ainsi qu'on avait fait antérieurement pour la contraction simple ordinaire.

La forme de la contraction du muscle vératrinisé est strictement liée à l'état d'excitabilité du muscle. Nous devons donc distinguer les cas où l'excitabilité est à son maximum et ceux où elle est à son minimum. Trois causes peuvent porter l'excitabilité du muscle vératrinisé à son maximum : 1° les doses considérables de vératrine ; 2° l'état frais de la préparation par opposition à l'état de fatigue ; 3° l'action des courants électriques forts, qui augmentent l'excitabilité.

Dans les trois cas indiqués, nous voyons se produire des phénomènes de même ordre ; et nous sommes témoins de la décroissance de ces mêmes phénomènes dans les états contraires Ces expériences permettent de séparer complètement la contraction secondaire, sarcoplasmatique, de la contraction primaire fibrillaire.

Nous voyons de la façon la plus nette que la contraction sarcoplasmatique, bien qu'indépendante de la contraction fibrillaire, est soumise aux mêmes lois d'excitabilité Les différentes phases de la contraction brève étant bien connues, on comprendra aisément par analogie les mêmes phases dans la contraction lente. Elle présente des phases très bien tranchées, mais, en vertu même du matériel moins différencié qui lui sert de substratum, elle n'est pas aussi régulière que la contraction brève, ses différentes phases ne sont pas toujours comparables à elles-mêmes au point de vue de la durée, et présentent à cet égard une analogie frappante avec les contractions du protoplasme non différencié.

Nous distinguerons donc, en premier lieu, dans la contraction sarcoplasmatique, une *période latente*, c'est-à-dire le temps qui s'écoule depuis le moment de l'excitation jusqu'au début de la contraction. Cette période latente est incomparablement plus longue pour la contraction sarcoplasmatique que pour la contraction fibrillaire, car la contraction saccoplasmatique ne commence qu'au moment où la contraction initiale est entrée dans la phase de relâchement. La période latente doit naturellement être comptée depuis le moment de l'excitation pour les deux contractions. Elle est donc égale à un ou deux centièmes de seconde pour la contraction fibrillaire, tandis que pour la contraction sarcoplasmatique elle est égale à cinq centièmes et même à un dixième de seconde. Un fait de haute importance c'est que la durée de cette période varie pour le même muscle suivant son état fonctionnel. La latence de la contraction sarcoplasmatique est abrégée quand l'excitabilité du muscle est augmentée (hautes doses de vératrine, état frais, action des courants électriques forts), tandis qu'elle s'allonge considérablement dans les conditions qui dépriment l'excitabilité.

Un exemple typique à cet égard est l'influence de la fatigue. Tous les auteurs depuis von Bezold ont signalé sans l'expliquer le phénomène singulier de la disparition des effets de la vératrinisation sous l'influence des excitations répétées, mais on s'est borné à la constatation du phénomène sans l'étudier graphiquement. Or, je désire appeler l'attention sur ce trait remarquable que si, sous l'influence de la fatigue, il y a abaissement de la ligne de tonicité et retour à l'état normal, cette action s'opère grâce à l'allongement croissant de la période latente de la contraction secondaire. En effet, tandis qu'au début, la contraction secondaire

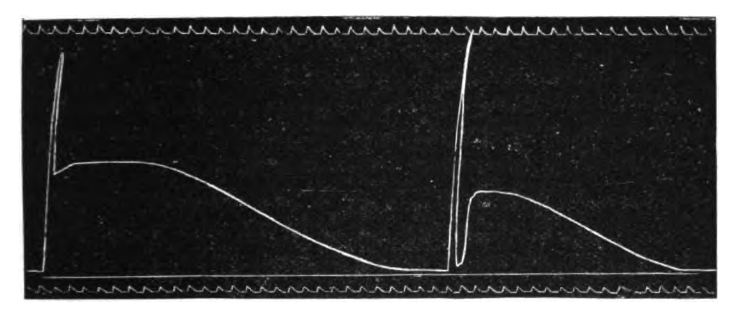


Fig. 7. — La contraction secondaire à un début retardé dans la fatigue. Temps en cinquièmes de seconde (d'après l'auteur).

commençait presqu'au sommet de la contraction initiale, elle descend maintenant de plus en plus bas sur la ligne de descente ; or, commencer plus bas signifie commencer plus tard. Finalement elle descend jusqu'à l'abscisse Les nombreux graphiques publiés dans le cours de ce travail en témoignent. Mais pour étudier de près le phénomène, il est préférable d'espacer les excitations et de faire tourner lentement le cylindre, pour avoir la forme du myogramme Sur la figure 7 nous voyons que dans le premier myogramme, la contraction secondaire débute vers le milieu de la branche descendante de la secousse primitive ; sous l'influence de la fatigue, nous voyons, dans le second myogramme, la contraction sarcoplasmatique débuter au bas de la courbe de la contraction fibrillaire. La période latente est doublée dans le second tracé. Il est à remarquer que la contraction initiale non seulement n'a présenté aucune espèce de fatigue dans le second tracé, mais que son amplitude a même légèrement augmenté. Dans cette expérience, la troisième contraction (non figurée) était déjà complètement exempte de contracture.

Mais un argument de première importance relativement à l'indépendance fonctionnelle des deux contractions d'une part, et, d'autre part, relativement à la dépendance de la forme de l'état fonctionnel, doit être recherché dans les cas dits *forme extrême,* dans lesquels, sous l'influence

de la fatigue, on voit débuter la contraction sarcoplasmatique, un intervalle appréciable après la fin de la contraction anisotrope, ainsi que le démontre la figure 2. La période latente est alors quintuplée.

Toutes ces expériences montrent que la contraction sarcoplasmatique possède une période latente, dont la durée peut varier suivant l'état fonctionnel du sarcoplasme ; nous observons, en particulier, un allongement notable de la latence dans la fatigue. Et comme la fatigue du muscle vératrinisé est bien plus précoce pour le sarcoplasme que pour les fibrilles, il en résulte une dissociation toujours grandissante des deux contractions, les deux périodes latentes ne subissant pas des modifications adéquates Le sarcoplasme soumis à l'action de la vératrine se trouve probablement dans un état d'explosibilité extrême, et est soumis, par conséquent, à des épuisements continuels La période latente s'allonge dans ces conditions, car le sarcoplasme demande du temps pour se réparer.

L'ascension de la contraction sarcoplasmatique peut être plus ou moins rapide Dans la fatigue il y a ralentissement du processus de raccourcissement. Le maximum d'amplitude est généralement atteint assez vite ; dans certains cas, le muscle se raccourcit avec lenteur.

Nous distinguons, en second lieu, dans la contraction sarcoplasmatique, l'*amplitude*, c'est-à-dire la hauteur de la secousse. Nous avons déjà mentionné qu'elle pouvait être très variable, en rapport avec l'état d'excitabilité du muscle. Dans la fatigue, la forme de la contraction se trouve constamment sous l'influence de ces deux processus : la durée de la période latente et l'amplitude atteinte par la secousse. Dans les cas de fatigue très prononcée, la contraction sarcoplasmatique débute tard et ne s'élève que très peu (voyez formes extrêmes). Mais dans les phases intermédiaires de la fatigue, il y a une espèce de balancement entre ces deux facteurs : dans quelques cas, la période latente étant assez longue pour permettre au muscle de se réparer convenablement, la contraction sarcoplasmatique pourra s'élever presque aussi haut qu'avant la fatigue (fig. 7). Dans d'autres circonstances, la période latente n'ayant pas subi de grandes modifications, la fatigue se prononcera par une hauteur réduite. La provision d'énergie étant manifestement limitée par rapport au temps, le moteur animé perd d'un côté ce qu'il gagne de l'autre.

Enfin, un troisième facteur qui vient influencer la courbe c'est la *durée* de la contraction sarcoplasmatique. La durée dépend principalement de la *période de relâchement*, qui présente les plus grandes variétés à cet égard, et il arrive même qu'après la première contraction, le muscle vératrinisé garde constamment un résidu de contracture. Mais très souvent la contraction sarcoplasmatique possède une forme définie, régulière (voir un grand nombre de nos tracés). Le relâchement se fait

progressivement, au commencement plus vite que vers la fin. Le sommet de la courbe, la période latente et le relâchement sont les parties qui se prêtent le mieux à l'étude, car la branche ascendante est souvent masquée par la présence de la contraction rapide. Dans les cas où les deux contractions sont dissociées, on peut, il est vrai, étudier la branche ascendante de la contraction secondaire, mais comme la dissociation ne s'opère que dans l'extrême fatigue, toutes les parties de la courbe en sont modifiées.

Avec des petites doses de vératrine ou bien au commencement de l'action des doses fortes, on s'aperçoit que le premier effet de la vératrine est d'augmenter l'excitabilité du muscle, suivant la remarque de Carvallo et Weiss (1899); les contractions peuvent devenir six fois plus hautes que normalement ; le dédoublement ne se montre que plus tard. Ce fait, sur lequel j'ai attiré l'attention au Congrès de Turin et qui n'avait pas non plus échappé à l'observation de Bottazzi, montre l'indépendance fonctionnelle des deux contractions, en même temps que la dépendance de la forme de l'état fonctionnel. Les deux substances constituantes du muscle sont sensibles à l'action de la vératrine, mais la substance fibrillaire, étant plus excitable, subit la première l'atteinte du poison, et l'augmentation d'excitabilité se traduit par une élévation de la courbe. La substance sarcoplasmatique, moins différenciée, moins excitable, demandera plus de temps pour être influencée c'est sa caractéristique générale). C'est pourquoi le dédoublement de la secousse ne s'observe qu'à une seconde période de l'action de la vératrine. Mais la vératrine est un poison beaucoup plus violent pour le sarcoplasme que pour la substance fibrillaire, et la seconde phase de l'empoisonnement est due à l'exaltation des propriétés motrices du sarcoplasme au maximum. Finalement, des doses très fortes de vératrine conduisent le muscle à une inexcitabilité complète. Mais dans le dépérissement aussi bien que dans la fatigue, la contraction initiale est bien plus résistante que le sarcoplasme, et nous sommes en droit de conclure que son intoxication est beaucoup moins grave que celle du sarcoplasme.

IX. — Influence d'autres substances chimiques sur la contraction du muscle

Les substances chimiques en général jouent un rôle très important comme excitants. Quand leur action excitante est très intense, on peut obtenir des contractions ; quand l'action n'est pas suffisamment intense pour déclancher la réponse motrice, elle se borne à augmenter l'excitabilité du muscle à l'égard des autres excitants. A ce propos, il est néces-

saire de rappeler les travaux anciens de Kühne, de Hering, de Nasse, et les travaux plus modernes de Grützner, Limburg, Blumenthal, Bottazzi, Weinland On peut exciter chimiquement le muscle par trois procédés : par injection sous-cutanée ou intra-musculaire, par immersion du muscle entier dans la solution étudiée, et en faisant agir localement le poison sur une portion déterminée du muscle L'action des gaz est étudiée dans une enceinte close (chambre humide)

Pendant longtemps on avait cru que l'action de la vératrine était spécifique à cette substance. Or, il a été reconnu qu'un grand nombre d'autres substances pouvaient produire un effet vératriniforme, soit en prolongeant la contraction par contracture, soit en produisant le dédoublement caractéristique Ainsi agissent, d'après Biedermann, les sels de baryte et le carbonate de potasse quand ils sont portés localement sur le muscle ; le dédoublement de la secousse est même la règle pour le sartorius de grenouille. Grützner explique cette particularité du sartorius, par la présence dans le muscle d'une couche de fibres à contraction lente Ce sont elles qui subissent l'influence des poisons. L'excitation électrique, par contre, produit la contraction rapide du muscle entier.

La difficulté consiste à trouver la dose convenable. Cela explique pourquoi cette action n'est pas apparue aussi nette dès le début de l'expérimentation physiologique Si la vératrine est en quelque sorte un poison, dont l'effet est des plus réguliers, les autres substances chimiques n'ont pas une posologie aussi déterminée ; à doses faibles, elles n'agissent pas du tout sur le matériel sarcoplasmatique, siège de la contraction lente, et alors on n'observe que la contraction rapide : à dose trop élevée, elles tuent la substance contractile, en produisant la rigidité cadavérique.

Or, la dose doit être souvent empirique, car c'est l'absorption qui décide du tableau symptomatologique.

1. *Ammoniaque*. — Parmi ces substances, la plus anciennement connue est l'ammoniaque, étudiée déjà par Bernstein, par Fick et Böhm, et nouvellement par Blumenthal, Schenck, Bottazzi et par moi-même.

Une expérience très connue montre que l'ammoniaque agit sur le muscle. On protège le muscle par du papier imbibé de solution physiologique et on plonge le nerf dans une solution d'ammoniaque. Pas de contractions. Mais si l'on expose le muscle aux vapeurs d'ammoniaque, il entre aussitôt en tétanos incomplet.

Sans l'emploi de la méthode graphique, la nature des contractions obtenues avec l'ammoniaque restait inconnue. Schenck, en analysant ce phénomène, obtient avec l'ammoniaque les mêmes courbes qu'avec la vératrine, et notamment le troisième type de Fick et Böhm.

Il constata l'absence complète de caractère tétanique de la courbe

(comme pour la vératrine). L'ammoniaque est un poison très violent pour le muscle, car avec des doses un peu fortes, il entre rapidement en rigidité cadavérique, ainsi que l'ont démontré Bernstein (1890), Klingenbiel, Blumenthal sur le gastrocnémien de grenouille.

Tissot observa aussi les contractions prolongées sous l'influence de l'ammoniaque. L'ammoniaque agit très puissamment sur les muscles lisses de l'œsophage (Bottazzi), en produisant une forte contracture, qui se résout lentement. La toxicité de cette substance est due à sa facile pénétration dans la matière vivante. L'auteur range l'ammoniaque dans le groupe des poisons contracturants.

Ayant soumis le muscle gastrocnémien de grenouille aux vapeurs d'ammoniaque dans une petite chambre humide, j'ai pu recueillir quelques graphiques intéressants en excitant le muscle par les ondes électriques.

Dans des cas nombreux, le muscle soumis aux vapeurs d'ammoniaque répond par une contraction prolongée. Nous voyons aussi quelquefois un dédoublement très net de la secousse, qui rappelle en tous points la vératrinisation.

2. *Sels de soude et de potasse.* — L'augmentation de tonus sous l'influence des solutions du sel marin avait déjà été signalée par plusieurs auteurs. Locke observa que les muscles qui étaient restés plongés dans une solution de NaCl présentent des crampes tétaniformes pendant plusieurs secondes, après quoi ils se relâchent, mais conservent un certain degré de contraction résiduelle. Biedermann affirme que le NaCl stimule directement les muscles, avec grande tendance à la contracture. Loeb, Cushing, ont attiré l'attention sur la toxicité des solutions de sel marin.

E. Cooke montra qu'il n'existe qu'une seule solution de NaCl qui ne modifie la teneur en eau du muscle : c'est celle à 0,8 °/₀. Blumenthal obtint avec le sel marin des courbes qui ressemblent au tétanos.

Sous l'influence de l'excitation chimique, nous voyons aussitôt apparaître deux phénomènes : 1° apparition de la contraction à la clôture, preuve de l'augmentation de l'excitabilité de la substance fibrillaire ; 2° élévation du tonus, c'est-à-dire contracture persistante qui est due à une augmentation d'excitabilité du sarcoplasme.

D'après Blumenthal, sous l'influence du fluorure, de l'iodure, du chlorure et du bromure de sodium, on obtient des contractions spontanées, souvent permanentes, et qui sont analogues aux contractions toniques produites par la vératrine. Toutes ces substances produisent des contractions fibrillaires, qui ne se fusionnent pourtant pas en un tétanos complet, et qui présentent une grande tendance aux contractures, aux « nez » de Funke, aux contractions toniques, sans présenter de caractère tétanique. Biedermann avait déjà signalé, en 1880, les contrac-

tions rythmiques que présente le sartorius de grenouille ayant été plongé dans une solution de phosphate de soude. Loeb montra récemment que les contractions rythmiques des muscles striés pouvaient être obtenues par l'action de différents ions (Na, Cl, Li, Fl, Br, I). D'autres ions (Ca, K, Mg, Ba, Sr, Co, n) empêchent les contractions rythmiques de se produire.

L'oxalate acide de soude avait été étudié par Locke, qui remarqua une action semblable à la vératrine. Bottazzi observa non seulement de la contracture, mais aussi des mouvements rythmiques *(rana esculenta)*. Chez le crapaud surtout, la contracture est très forte Les contractions rythmiques sont aussi très fréquentes avec la vératrine, ainsi qu'on l'observe sur nos tracés.

Il est curieux de relever l'antagonisme signalé par Bottazzi, entre les sels de potasse et les sels de Ca, Sr, Ba. Les sels de K favorisent l'expansion, tandis que les autres sels favorisent la contraction du cytoplasme contractile.

Déja Buchanan avait observé que les sels de potasse sont des antagonistes de la vératrine. Ils n'agissent pas par fatigue, mais par leur action spécifique sur le sarcoplasme. Les sels des métaux terreux (Ba, Sr) sont reconnus contracturants par les expériences de Blumenthal.

3. *Anesthésiques*. — Ch. Richet avait observé qu'une modification de la forme de la contraction musculaire se produisait sous l'influence du chloroforme. L'action prolongée des vapeurs de chloroforme sur le muscle y détermine un raccourcissement lent, analogue à la rigidité. Kühne et Bernstein ont vu la contraction durable se produire sous l'influence du chloroforme, surtout sur le muscle fatigué. Ce fait a été étudié par Schenck, Catherine Schipiloff, Tissot. Ce dernier auteur a remarqué que dans les muscles extraits du corps, la sensibilité du muscle au chloroforme va en augmentant, et que cette sensibilité peut atteindre une très grande intensité Ne pouvant trouver une explication à ce phénomène (1), l'auteur constate que le chloroforme agit en excitant le muscle et y détermine une contraction de forme particulière.

D'après Bottazzi, qui a étudié l'action des anesthésiques sur les muscles lisses de l'œsophage du crapaud, le chloroforme et l'éther, à petites doses, produisent l'arrêt des contractions rythmiques et un raccourcissement considérable de la préparation. La contraction produite par l'éther est moins longue que celle produite par le chloroforme. Si l'empoisonnement n'est pas très intense, le muscle, après quelques

(1) Pourtant, l'explication qu'avait donné Schiff de l'excitabilité chimique des muscles (contraction idio-musculaire) était la seule acceptable à ce moment.

minutes, retourne à l'état normal et recommence à se contracter rythmiquement, en élevant son tonus. Le chloroforme se révèle plus toxique que l'éther. Le nitrite d'amyle, très toxique, arrête les contractions et abaisse notablement le tonus.

Les anesthésiques doivent être classés parmi les poisons expanseurs après une courte période d'excitation.

En thèse générale, les courants tétanisants de courte durée produisent beaucoup plus facilement la contraction prolongée que les ondes uniques. On n'a pourtant pas affaire à un tétanos, car la contraction dure beaucoup plus longtemps que l'onde tétanique lancée dans le muscle, et, d'ailleurs, elle possède la même forme que la contraction produite par les ondes uniques (ceci s'applique aussi à la vératrine). Le tétanos de courte durée provoque la contraction tonique, semblable au « tétanos de la tonicité » obtenu sur le cœur. Dans l'un et l'autre cas, le caractère tétanique manque complètement. Si le courant tétanisant de courte durée est plus apte à provoquer la contraction tonique, c'est parce que le sarcoplasme, même quand il est soumis à l'action excitante des poisons, répond peu aux ondes faradiques isolées, mais est très sensible à l'addition des excitations électriques.

4. *Glycosides et alcaloïdes.* — D'après les recherches de Bottazzi, les *glycosides* (digitaline, helléboreïne, anthiarine, strophantine) sont des poisons contracturants, tandis que les *alcaloïdes* (nicotine, morphine, codéine, cocaïne, strychnine, pilocarpine, caféine, théobromine, physostygmine, vératrine, ergotine, curarine, atropine, muscarine) sont des poisons expanseurs. Les alcaloïdes, ou bien produisent une contracture passagère, ou bien favorisent d'emblée l'expansion.

Cet auteur propose la classification suivante des substances chimiques :

Poisons expanseurs : A. Inorganiques : acides, oxyde de carbone, sels de potasse, les nitrites et quelques métaux; B. Organiques : les anesthésiques et les alcaloïdes.

Poisons contracturants : A. Inorganiques : les alcalis, l'ammoniaque, l'acide carbonique, les sels des terres alcalines (Ca, Sr, Ba); B. Organiques : les glycosides.

5. *Adrénaline : les rapports de l'adrénaline avec la fonction des muscles lisses et du cœur.* — Il est aujourd'hui incontestable que l'action vasculaire de l'extrait surrénal et de l'adrénaline n'est, au fond, qu'une action musculaire.

Tous les auteurs s'accordent sur le fait de l'augmentation considérable de la pression sanguine avec ralentissement et renforcement des

battements du cœur. Oliver et Schäffer (1), Cybulski (2), Szymonowicz (3), E. de Cyon (4), Biedl (5), E.-M. Haughton (6), Boruttau (7), etc., ont trouvé que la forte augmentation de la pression sanguine observée après l'administration des capsules surrénales est due à une contraction persistante des capillaires et des petits vaisseaux.

L'action tonique sur l'activité du cœur est rapportée à la même cause, c'est-à-dire à l'élévation de la pression sanguine. Oliver pense que les capsules surrénales ont une influence favorable sur tous les états morbides qui sont sous la dépendance d'un défaut de tonus vaso-moteur, comme, par exemple, la ménopause, la neurasthénie, la maladie de Basedow, etc.

Nous voyons ainsi que l'action vasculaire de l'extrait des capsules surrénales n'est, au fond, qu'une action musculaire ; et cette influence mérite d'être étudiée de plus près, car elle éclaire d'un jour tout nouveau la fonction physiologique et chimique des capsules surrénales.

Par quel mécanisme s'exerce l'action excitante de l'extrait capsulaire sur les fibres musculaires des vaisseaux ?

Tout d'abord on avait cru à une action sur les centres nerveux. Ainsi, Cybulski et Szymonowicz constatèrent qu'après la section de la moelle épinière, l'injection de l'extrait surrénal est impuissante à produire l'augmentation de la pression sanguine. Ils en conclurent que la substance active agit directement sur le centre vaso-moteur et produit, de cette façon, le resserrement des vaisseaux. L'extrait surrénal agit d'une façon excitante sur les trois centres principaux du bulbe, d'après ces auteurs : le centre vaso-moteur, le centre du pneumo-gastrique et les centres respiratoires. On sait que ces trois centres sont actifs durant toute la vie et que les nerfs vaso-moteurs se trouvent dans un état de tonus permanent. Pour expliquer cet état, on a eu toujours recours à l'action de deux agents : les actions nerveuses et la composition chimique du sang (action excitante de CO^2). D'après Cybulski, cette action excitante serait

(1) OLIVER et SCHAFFER. — On the physiological action of extract of the suprarenal capsules (*Proc. of the physiol. Soc.*, 10 mars 1894 et 16 mars 1894 ; *The Journ. of Physiology*, 1895, XVIII, N° 6).

(2) CYBULSKI. — (*Académie des Sciences de Cracovie*, mars 1895 ; *Gazeta Lekarska* (en polonais), 1895 ; *Centralbl. f. Physiol*, IX, N° 4).

(3) SZYMONOWICZ. — Die Function der Nebenniere (*Arch. de Pflüger*, LXIV, 1896 ; *Wien. med. Woch*, 1896 ; *Onadnerczu* (en polonais) ; Cracovie, 1895).

(4) E. DE CYON. — Ueber die physiol. Bestimmung der wirksamen Substanz der Nebennieren (*Arch. de Pflüger*, 1898, LXXII, p. 370).

(5) BIEDL. — (*Lancet*, 21 mars 1896).

(6) E.-M HAUGHTON. — (*Journ. of the American med. Associat.*, 11 mars 1901).

(7) BORUTTAU. — Erfahrungen über die Nebennieren (*Arch. de Pflüger*, LZXVIII, p. 97).

dévolue aux produits de la glande surrénale; l'organisme possède une glande, qui déverse en permanence dans le sang un produit qui stimule l'activité de ces centres. L'auteur trouve, en effet, que le sang sortant de la veine surrénale (après ligature des autres veines) produit le même effet que l'extrait glandulaire, quand il est injecté à un autre animal.

« Jusqu'à présent, dit Cybulski, la place d'honneur dans l'organisme était dévolue au système nerveux; et bien, nous rencontrons maintenant un nouveau facteur sans lequel l'activité du système nerveux lui-même est rendue impossible. Il est vrai que, par cela même, le rôle du système nerveux est amoindri; mais nous arrivons à une connaissance plus approfondie des réelles conditions du fonctionnement organique. »

Nous verrons, dans la suite, le rôle du système nerveux décroître encore bien davantage dans ce domaine. Bien que les recherches ultérieures aient infirmé le mécanisme central de la constriction vasculaire après l'injection de l'extrait surrénal, il convient de rappeler que Cybulski a été l'un des premiers (avec Oliver et Schäffer) à constater ce phénomène et que, dans ses travaux, nous trouvons pour la première fois la notion expérimentale de l'entretien du tonus normal des organes au moyen de l'action chimique des produits glandulaires.

Cette notion fut développée avec beaucoup de talent par E. de Cyon. En se basant sur des expériences nouvelles, Cyon affirme que l'extrait des capsules surrénales excite très violemment tout le système sympathique du cœur et des vaisseaux, aussi bien les centres vaso-constricteurs situés dans la moelle allongée que les centres périphériques, ceux des ganglions du grand sympathique et ceux des cellules ganglionnaires terminales; cet extrait excite également les centres des nerfs accélérateurs, et cela aussi bien dans le cerveau que sur le parcours de ces nerfs et à leur terminaison. Il produit, par contre, une dépression notable de l'excitabilité des nerfs modérateurs-pneumo gastrique et dépresseur.

L'entretien de la tonicité des nerfs accélérateurs et vaso-constricteurs est, en grande partie, l'œuvre des capsules surrénales Cet extrait est un puissant antagoniste de l'iodothyrine et de l'hypophysine. Sous le nom de « poisons physiologiques du cœur », Cyon désigne certains produits de sécrétion interne qui assurent l'intégrité du fonctionnement du système nerveux en le maintenant dans un état d'excitation tonique qui facilite son entrée en fonction.

Mais déjà dans leurs premières expériences Oliver et Schäffer admettent que l'action de l'extrait surrénal est périphérique et purement musculaire La section préalable de la moelle épinière ne modifie aucunement l'action de l'extrait sur la pression sanguine.

Cette opinion se trouve corroborée par la découverte récente de fibres musculaires dans les parois des capillaires.

L'opinion d'Oliver et Schäffer a été confirmée par toutes les recherches ultérieures. Le resserrement des vaisseaux obtenu par l'injection intra-veineuse de l'extrait capsulaire n'est pas dû à l'excitation du centre vaso-constricteur; cette action est périphérique et présente ceci de particulier qu'elle n'est pas un réflexe, dont le point de départ serait constitué par la paroi sensible endothéliale des vaisseaux; mais la constriction vasculaire est due à l'excitation directe des fibres musculaires des petits vaisseaux et des capillaires par l'adrénaline, principe actif des capsules surrénales.

En effet, l'extrait des capsules surrénales produit la contraction des petits vaisseaux non seulement lorsqu'il est injecté dans les veines, mais aussi lorsqu'il est appliqué localement. On obtient ainsi une ischémie locale surtout des muqueuses (Bates, Dor, Coppez, Königstein), propriété utilisée en ophtalmologie, en urologie, en rhinologie.

W. H. Bates (1) rapporte que l'extrait aqueux des capsules surrénales, instillé sur la conjonctive, produit une contraction passagère, mais intense, des vaisseaux sanguins L'extrait de Bates, connu sous le nom d'*Extrait surrénal hémostatique Merck* (2) est soluble dans l'eau. Actuellement, on a recours à l'adrénaline pour décongestionner l'œil (Coppez (3).) L'adrénaline est recommandée par von Frisch (4) dans la pratique urologique comme hémostatique. Dans les cas d'hémorragie de la vessie, l'auteur la remplit avant la cytoscopie avec 100 c.c d'une solution d'adrénaline à 1 °/₀₀. De même avant l'introduction de bougies à travers un canal rétréci et enflammé, l'instillation de 1 ou 2 c.c. d'adrénaline donne de bons résultats D'après Lehmann (5), l'application locale de l'extrait amène très vite une forte anémie de la conjonctive, qui persiste 20 à 30 minutes. Grünbaum (6) préconise l'emploi de l'extrait surrénal contre l'hématémèse et les hémorragies rectales. Jules de Vos et A. Teirlinck (7) ont guéri une ménorragie rebelle chez une hémophilique et ont produit l'hémostase dans le cancer du col utérin; de même, de

(1) Bates. — *New-York medical Journal,* 16 mai 1896.

(2) *Annales de Merck,* 1896.

(3) H. Coppez. — Sur l'emploi de l'adrénaline en thérapeutique oculaire (*Journal médical de Bruxelles*, 18 décembre 1902).

(4) von Frisch. — Adrenalin in der urologischen Praxis (*Wiener Kl. W. XV*).

(5) Lehmann. — Ueber Adrenalin (*Münch. med. Woch.*, décembre 1907. p. 2048).

(6) Grünbaum. — L'extrait des capsules surrénales contre l'hématémèse et les hémorragies rectales (*Semaine médicale,* 7 novembre 1900).

(7) J. de Vos et A. Teirlinck. — L'extrait des capsules surrénales (*Annales de la Société de médecine de Gand*, 1902).

bons résultats ont été obtenus avec l'extrait surrénal dans le déciduome malin, dans les métrites, les polypes, dans les suites du curettage, dans le lupus de la face, dans les épistaxis, les hémorrhoïdes, etc. Stella (1) emploie l'adrénaline dans les opérations sur le nez; il imbibe d'une solution à 1 pour 1000 d'adrénaline et de cocaïne un tampon qu'il introduit dans la fosse nasale (une partie d'adrénaline pour 2 parties de la solution de cocaïne): le même traitement est préconisé dans les opérations du larynx. de la langue, de la bouche (enlèvement de végétations adénoïdes, opération du glaucome, de l'iritis, etc.). Elle n'est pas un remède de l'hémophilie. Tout récemment, Mahu (2) a proposé l'emploi de l'adrénaline dans le cancer.

Toutes ces applications thérapeutiques de l'adrénaline reposent sur la propriété que possède cette substance d'agir directement sur les muscles lisses des parois vasculaires et d'en produire la contraction au maximum. Cette action constrictive est aussi démontrée dans l'expérience avec le mésentère de grenouille : dès qu'on a laissé tomber quelques gouttes d'extrait surrénal hémostatique Merck sur le mésentère, on voit aussitôt, au microscope, se produire un resserrement dans la circulation capillaire (3). B. Moore et C.-O Purinton (4) rapportent aussi l'augmentation de pression obtenue avec cet extrait à une action sur la tonicité musculaire. Salvioli (5) a étudié les modifications que subit le calibre des vaisseaux sanguins d'un organe séparé complètement de ses centres nerveux, quand on fait passer par les vaisseaux du sang ou de la solution physiologique contenant de l'extrait surrénal. L'auteur observa une forte constriction des vaisseaux des pattes du chien et du lapin. Cette action constrictive et l'augmentation de pression qui en résulte durent beaucoup plus longtemps si l'on injecte l'extrait dans la veine jugulaire. L'auteur admet une action directe de la substance sur les vaisseaux. Dans une anse intestinale de chien ou de lapin, séparée complètement de l'animal, Salvioli (6) fait circuler tantôt du sang défibriné, dilué dans la solution physiologique, tantôt le même sang contenant de l'extrait surrénal de bœuf ou de chien. Dès que le

(1) Stella. — Sur l'action physiologique et l'emploi thérapeutique de l'adrénaline (*Bulletin de la Soc. de méd. de Gand*, 1902).

(2) Mahu. — L'adrénaline. Remède du cancer (*Presse médicale*, 4 avril 1903).

(3) *Annales Merck*, 1897, p. 104.

(4) Moore et Purinton. — Ueber den Einfluss minimaler Mengen Nebennierren-extrates auf den arteriellen Blutdruck (*Archives de Pfluger*, 1900, LXXXI, p. 483).

(5) Salvioli. — Quelques recherches sur le mode d'agir des extraits aqueux des capsules surrénales (*Archives italiennes de Biologie*, XXXVII, 1892, p. 383).

(6) Salvioli. — Du mode d'agir de l'extrait des capsules surrénales sur le tissu musculaire lisse (*Arch. ital. de Biol.*, XXXVII, 1892, p. 386).

sang contenant de l'extrait surrénal commence à circuler dans les vaisseaux, la circulation s'arrête subitement; elle ne se rétablit que lorsqu'on injecte de nouveau du sang normal sous forte pression. L'auteur a observé aussi, directement sous le microscope, que, sous l'influence de l'extrait surrénal, il se produit une contraction des petits vaisseaux et des capillaires.

Dans ses recherches sur l'action des extraits de capsules surrénales et d'hypophyse, Ch. Livon a signalé l'action inhibitoire de ces extraits sur les phénomènes de vaso-dilatation dus au dépresseur. En répétant ces expériences avec l'adrénaline Clin, l'auteur (1) a obtenu les mêmes effets qu'avec les extraits frais. En poussant plus loin ses investigations, Livon trouva que l'hypertension obtenue avec les injections d'adrénaline n'était pas modifiée, quand on excitait le dépresseur. Pour rendre le phénomène encore plus manifeste, on peut commencer par exciter le dépresseur ; immédiatement la pression baisse. On pratique alors l'injection intra-veineuse d'adrénaline : aussitôt, on voit la pression monter, comme si le dépresseur n'était pas excité. L'effet de l'excitation du dépresseur se trouve, par conséquent, complètement inhibé par l'action de l'adrénaline. C'est donc une confirmation des résultats obtenus par Cyon (2) avec l'extrait capsulaire. Mais nous devons à Livon d'avoir bien démontré qu'il s'agit là d'une action purement périphérique. En effet, si, sur un lapin, on sectionne les deux pneumogastriques et la moelle cervicale au niveau de la sixième vertèbre, l'excitation du bout supérieur du dépresseur ne modifie plus la pression, puisque toutes les connexions avec les centres vaso-moteurs et les vaisseaux du tronc et des membres sont détruites. Si, alors, on fait une injection intra-veineuse d'adrénaline, on voit immédiatement l'hypertension ordinaire se produire comme chez l'animal sain (3).

Pour montrer que la vaso-constriction déterminée par l'injection intra-veineuse d'adrénaline est d'origine périphérique et ne dépend pas des centres sympathiques, Josué (4) fait l'expérience suivante : « On sait qu'à la suite de l'arrachement du ganglion cervical supérieur du grand sympathique chez le lapin, on voit se produire, du côté opéré, du myosis et une vaso-dilatation intense de l'oreille, qui devient rouge, turgide. D'autre part, si l'on injecte quatre à six gouttes d'une solution d'adrénaline à 1 p. 1000 dans la veine de l'oreille d'un lapin, on voit les veines

(1) Ch. Livon. — Action de l'adrénaline sur les vaisseaux (*Réunion biologique de Marseille*, 17 février 1903, *in Comptes rendus de la Société de Biologie*, 1903, p. 271).

(2) Cyon. — *Loc. cit.*

(3) Livon. — *Loc. cit.*

(4) O. Josué. — La vaso-constriction, déterminée par l'adrénaline, n'est pas due aux centres sympathiques (*Société de Biologie*, 1903, p. 31).



auriculaires diminuer de volume et disparaître presque complètement. La même expérience avec l'adrénaline donne des résultats absolument semblables chez les lapins auxquels on vient d'arracher le ganglion cervical supérieur. Le spasme vasculaire est donc d'origine périphérique.

L'action excitante de l'adrénaline ne se limite pas aux fibres musculaires lisses des vaisseaux. Cette substance est un stimulant général des muscles, ainsi que nous allons le montrer.

L'extrait surrénal en injection intra-veineuse agit sur le cœur, en produisant son ralentissement avec renforcement de ses battements et augmentation du pouls. L'élévation de la pression sanguine est hautement favorisée par l'action directe exercée par cet extrait sur le cœur. Cette action de l'extrait sur le cœur est considérée par Oliver et Schäffer comme supérieure à celle de la digitale, et elle a été surtout bien étudiée par Gottlieb (1), Gerhardt (2), qui considère cette action comme directe, et aussi par Radziszewski (3), Cleghorn (4), Bardier (5). L'extrait surrénal hémostatique de Merck, versé en gouttes sur le cœur de la grenouille, produit d'énergiques contractions rythmiques (6). Nous avons pu observer, dans ces conditions, un ralentissement immédiat du cœur, avec renforcement considérable des battements; au bout de plusieurs minutes, l'amplitude des contractions est doublée. On observe ensuite une phase d'arythmie avec affaiblissement des battements (fig.8). Ces phénomènes sont très apparents dans la cardiographie directe du cœur de grenouille (J. Ioteyko). D'après Bardier, si on injecte à un lapin $0^{gr}.03$ d'extrait capsulaire, la pression sanguine s'élève pendant 2 à 3 minutes. Tout d'abord, le nombre des battements cardiaques diminue de moitié avec augmentation d'amplitude. Quand la pression sanguine est revenue à la normale, on observe une période d'arythmie cardiaque avec ralentissement, qui dure environ une minute. Les pulsations cardiaques augmentent alors de nombre pour atteindre le rythme primitif. Mais encore une demi-heure après l'injection, on observe un renforcement de l'activité cardiaque. A chaque nouvelle injection, les mêmes phénomènes se produisent, mais le ralentissement de la première phase devient moins net.

Cette action tonifiante de l'adrénaline sur le cœur peut être utilisée

(1) Gottlieb. — Ueber die Wirkung der Nebennierenextracte auf Herz und Blutdruck (*Arch. f. exp Path. und Pharm*, XXXVIII, 1896).

(2) G. Gerhardt. — Ueber die Wirkungsweise der blutdrucksteigernden Substanz der Nebennieren (*Ibid.*, XLIV, 1900).

(3) Radziszewski. — (*Berl. Klin Woch.*, 1898).

(4) Cleghorn. — (*Amer. Journal of Physiol.*, 1899).

(5) Bardier. — Action de l'extrait capsulaire sur le cœur du lapin (*Archives de Physiologie*, 1898, p. 370).

(6) *Annales de Merck*, 1897, p. 105.

en thérapeutique. D'après Schäffer (1), les animaux agonisant sous l'influence d'une narcose très prolongée ou d'une hémorragie massive,

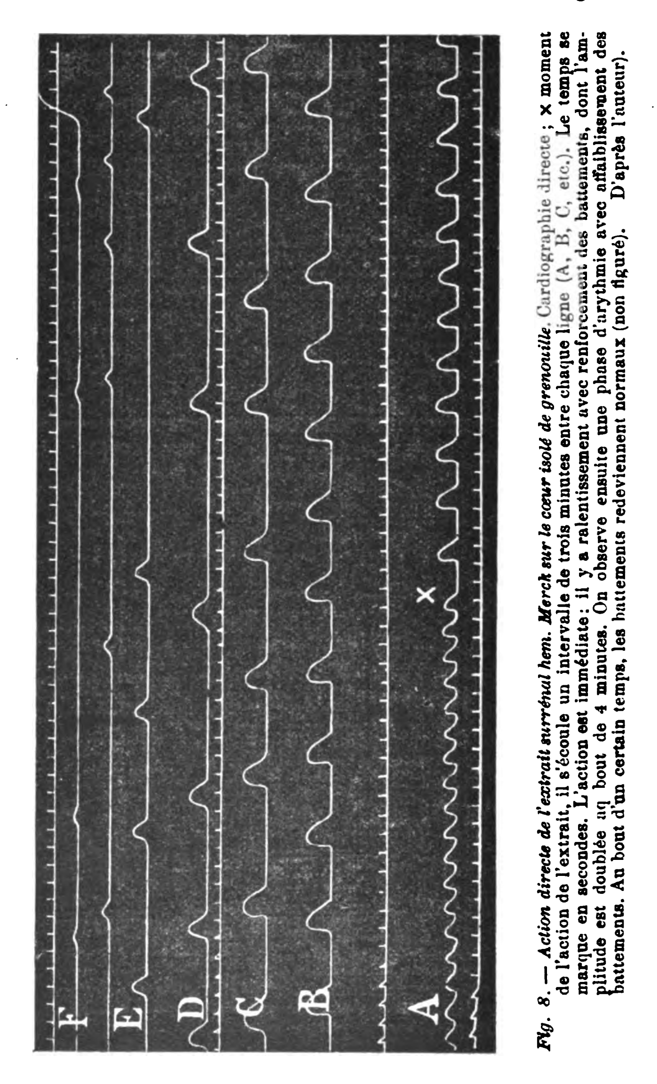


Fig. 8. — *Action directe de l'extrait surrénal hem. Merck sur le cœur isolé de grenouille.* Cardiographie directe ; x moment de l'action de l'extrait, il s'écoule un intervalle de trois minutes entre chaque ligne (A, B, C, etc.). Le temps se marque en secondes. L'action est immédiate ; il y a ralentissement avec renforcement des battements, dont l'amplitude est doublée au bout de 4 minutes. On observe ensuite une phase d'arythmie avec affaiblissement des battements. Au bout d'un certain temps, les battements redeviennent normaux (non figuré). D'après l'auteur).

reviennent complètement, grâce à une injection intra-veineuse ou intracardiaque d'extrait surrénal Podwyssotzky et Mankowski trouvent (2) que le principe des capsules surrénales qui augmentent la pression est

(1) Schaffer — *Brit. med. Journ.*, 27 avril 1901.
(2) *Annales de Merck*, 1897.

un stimulant énergique du cœur, précieux dans le cas de collapsus, de shock et de mort imminente par le chloroforme Ces résultats expliquent aussi l'asthénie profonde qu'on observe dans la maladie d'Addison, ainsi que les résultats favorables obtenus parfois avec l'emploi des capsules surrénales.

Schäffer (1) et ses élèves ont trouvé que l'extrait capsulaire produit, en administration interne ou sous-cutanée, une contraction immédiate des muscles de l'utérus et qu'il peut être recommandé comme styptique dans l'hémorragie *post-partum*. La substance médullaire des capsules surrénales possède à un plus haut degré que n'importe quelle autre substance la propriété de faire contracter le tissu musculaire de l'utérus. Il est avantageux d'injecter toute chaude une décoction de cette substance dans la cavité utérine, afin d'avoir ainsi une action directe sur les artérioles.

L'extrait surrénal exerce, par contre, une action déprimante sur la musculature intestinale (Boruttau, Pal, Salvioli, Langley). D'après Boruttau, cet extrait exciterait un appareil inhibitoire existant dans les parois de l'intestin. Salvioli a montré que la substance extraite des capsules surrénales agit sur les muscles lisses de l'intestin, en produisant une contraction plus ou moins durable des parois intestinales, avec arrêt complet des mouvements péristaltiques. De même, Pal (2) observa une paralysie des muscles longitudinaux et transversaux de l'intestin et un arrêt des mouvements péristaltiques, en injectant de l'extrait surrénal à un animal curarisé ; il attribue cette influence à une action de l'extrait sur les vaisseaux.

Lewandowsky (3) trouva que les symptômes oculaires obtenus après l'injection intra-veineuse de l'extrait surrénal sont les mêmes que ceux produits par l'excitation du sympathique cervical. Si l'on injecte dans les veines d'un chat une solution aqueuse d'extrait de capsules surrénales, on obtient, au bout de plusieurs secondes, la contraction des muscles lisses de l'œil et de l'orbite innervés par le sympatique du cou : muscle dilatateur de la pupille, rétracteur de la membrane nictitante, muscles lisses des paupières et de la membrane orbitale. Il en résulte de la mydriase, un refoulement de la membrane nictitante vers le nez, pro-

(1) SCHAFFER. — On certain pratical application of extract of suprarenal medulla (*Brit. med. Journ.*, 1901).

(2) PAL — (*Arch. f. Verdauungs-Kh* , 1900).

(3) M. LEWANDOWSKY. — Ueber eine Wirkung des Nebennieren-extractes auf das Auge (*Centralbl. f. Physiol.* 1898, XII, p. 599 et Ueber die Wirkung des Nebennierenextràctes auf die glatten Muskeln, insbesonderen des Auges (*Arch. f. Physiol.* 1899, p. 360).



pulsion du globe hors de la cavité orbitaire, augmentation de l'ouverture palpébrale.

La dilatation de la pupille devient naximale avec des doses convenables et n'est pas complètement empêchée par l'ésérine.

L'action dure plusieurs minutes et peut être prolongée par le refroidissement de l'animal. Il est à remarquer que la contraction des muscles lisses de l'œil se produit plus tard que l'augmentation presque instantanée de pression sanguine.

Lewandowsky en conclut que la substance active des capsules surrénales doit sortir du sang jusque dans le tissu musculaire, et que l'action est périphérique, localisée dans les muscles. D'ailleurs, le phénomène se produit de la même manière, même si on a coupé au préalable le sympathique cervical ou extirpé le galglion cervical supérieur, et encore si l'injection se fait des semaines après l'enlèvement du ganglion alors que les fibres dérivées du ganglion sont complètement dégénérées jusque dans leurs terminaisons intra-musculaires des muscles de l'œil.

Lewandowsky conclut donc à une action directe de l'extrait surrénal sur les muscles lisses de l'œil et explique la mydriase qui suit l'injection intra-veineuse de l'extrait par l'excitation du muscle dilatateur de la pupille. Toutefois, cet auteur n'a obtenu aucun résultat en injectant l'extrait surrénal directement dans l'œil, car la substance active est très rapidement décomposée dans les tissus Mais Wessely (1) réussit à obtenir la mydriase en instillant la suprarénine dans le sac conjonctival Même un iris de lapin extrait du corps se dilate encore dans une solution de suprarénine En ce qui concerne le mécanisme de cette action, l'auteur admet l'interprétation de Lewandowsky, que la suprarénine n'agit pas sur les terminaisons du sympathique, mais sur le dilatateur même, parce que l'injection conserve son plein effet, même trois mois après l'extirpation du ganglion cervical. La substance active n'agit pas sur le sphincter de la pupille; celui-ci peut encore être mis en état de contraction par excitation directe ou par celle de l'oculo-moteur.

Lewandowsky (2) trouva cette influence sur les muscles innervés par le sympathique très remarquable, et il institua des expériences sur les muscles lisses de la peau, qui sont innervés par le sympathique (Langley).

Quelques instants après l'injection intra-veineuse d'extrait surrénal

(1) K. Wessely. — Ueber die Wirkung des Suprarenins auf das Auge (*Berichte über die* XXVIII *Vers. d. Ophtalm. Ges.*, Heidelberg, et *Centralbl. f. Physiol.*, XV, 1901, p. 23).

(2) Lewandowsky, Wirkung des Nebennierenextractes auf die glatten Muskeln der Haut. (*Centralbl. für Physiologie*, XIV, 1900, p. 433).



chez le hérisson narcotisé, on voit les piquants se dresser verticalement comme à l'excitation du nerf et persister plusieurs minutes dans cette position. Pendant cette période, ils opposent de la résistance à tous les essais tendant à les remettre en place, et, finalement, ils se penchent spontanément. La contraction des muscles redresseurs des poils est parallèle à l'augmentation de pression, tout comme la contraction des muscles de l'œil. Cette action est périphérique, car elle se continue après la section du sympathique; elle est due à l'excitation directe des muscles. Sous l'influence de l'injection sous-cutanée, on voit les piquants se dresser localement; la rigidité est, dans ce cas, beaucoup plus intense et dure plus longtemps que dans l'injection intra-veineuse. Chez les chats, on voit les poils se hérisser et rester ainsi dressés pendant plusieurs heures. L'effet est surtout apparent entre l'oreille et l'œil et au milieu de la nuque

Enfin, Langley (1) a soumis à une expérimentation méthodique l'effet de l'extrait surrénal sur les différents muscles lisses de l'organisme (chat et lapin). Si l'on commence avec les plus petites doses pour finir avec des doses très fortes, on observe tout d'abord de l'hypertension. On observe ensuite la paralysie du cardia, de l'intestin (lapin), de la vessie, la mydriase (chat) la rétraction de la membrane nictitante (chat), l'élargissement de la fente palpébrale (chat) On observe ensuite : la contraction de l'utérus, des canaux déférents, des vésicules séminales (lapin), l'écoulement de salive et des larmes, la paralysie de l'estomac, de la vésicule biliaire et une augmentation d'élimination de la bile; la mydriase chez le lapin, la paralysie du sphincter anal interne chez le lapin, la contraction du même chez le chat, la contraction des muscles de l'appareil génital interne chez le chat et la contraction des muscles redresseurs des poils.

Il appert de cette énumération, que l'extrait surrénal produit soit la contraction des muscles lisses des différents organes. soit leur paralysie. Langley insiste sur cette circonstance, qu'en aucun cas l'action de l'extrait ne correspond à une excitation du cerveau ou de la moelle, car même la sécrétion salivaire n'est pas accompagnée d'une dilatation vasculaire du début, comme cela se passe dans l'excitation de la corde du tympan ou bien du nerf de Jacobson. Par contre, tous les phénomènes correspondent au tableau de l'excitation de la région correspondante du sympathique. Mais bien que la possibilité d'une action spécifique de l'extrait sur les terminaisons périphériques du sympathique paraisse

(1) LANGLEY. — Observations on the physiological action of extracts of the suprarenal bodies (*Journ. of Physiology*, XXVII, p. 237, et *Congrès de Physiologie de Turin*, 1901).

très séduisante, l'auteur écarte cette interprétation, car l'action de l'extrait sur l'œil, les vaisseaux, la glande submaxillaire et les muscles peauciers, se maintient non modifiée même après la dégénérescence complète des fibres (postganglionic fibres) provenant du ganglion correspondant. On arrive à admettre par élimination que, dans ces cas particuliers et probablement aussi dans tous les autres cas, l'extrait surrénal agit directement sur les muscles lisses du corps (Langley).

Nous arrivons donc à admettre avec un grand luxe de preuves, que l'action de l'extrait surrénal et de son principe actif l'adrénaline est purement périphérique, et qu'elle s'exerce directement sur les muscles lisses de l'économie sans intervention du système nerveux central et sans l'intervention du système nerveux périphérique.



On n'a pas non plus de peine à démontrer l'identité de la substance active pour les muscles striés et pour les muscles lisses. Il s'agit bien de l'adrénaline dans les deux cas. C'est l'adrénaline qui est chargée de neutraliser ou détruire les poisons fabriqués au cours du travail musculaire et dont l'accumulation en l'absence des capsules surrénales provoque l'asthénie des mouvements volontaires et un état analogue à la curarisation. (Abelous et Langlois). C'est l'adrénaline qui diminue considérablement dans les capsules surrénales chez les animaux fatigués expérimentalement et se reforme pendant le repos. Elle est neutralisée par son passage à travers les muscles fatigués, plus fortement que par le passage à travers les muscles reposés. Enfin, elle agit directement sur les muscles lisses des vaisseaux et sur un grand nombre d'autres muscles lisses et sur le muscle cardiaque.

Nous pouvons conclure que l'adrénaline est la substance qui entretient par excellence l'activité des muscles (striés, lisses, cœur). C'est un excitant musculaire très énergique.

Influence de l'adrénaline et de quelques autres produits glandulaires sur la tonicité musculaire. — Dans un travail antérieur (1), nous avons montré la grande sensibilité du muscle aux excitants chimiques (vératrine, sels, anesthésiques, ammoniaque).

La physiologie comparée de la contractilité musculaire semble démontrer d'une façon certaine que la substance anisotrope (disques sombres des fibrilles) n'est pas la seule substance douée de contractilité dans la fibre ou cellule musculaire.

(1) J. Ioteyko. — Etude sur la contraction tonique du muscle strié et ses excitants (*Mémoires de l'Académie royale de Médecine de Belgique*, tome XVIII, 1er fasc. 1903, et brochure de 100 pages; Lamertin, Bruxelles).

D'après Bottazzi, le sarcoplasme, lui aussi, serait contractile. Les recherches du physiologiste italien ont montré, en effet, qu'il existait une dépendance entre la rapidité de la contraction et la structure du muscle. La contraction rapide (muscles striés pâles) est l'apanage d'une striation riche, tandis que la contraction lente (muscles lisses, muscles striés rouges) est due à la richesse du sarcoplasme. Plus un muscle est riche en sareplasme et plus il se contracte lentement. Les muscles striés pâles étant le plus différenciés, c'est-à-dire composés d'une façon prépondérante de substance fibrillaire, se contractent avec une extrême rapidité. Mais, par des excitants appropriés (substances chimiques, courant galvanique), on peut exalter les propriétés motrices du sarcoplasme même dans les muscles striés pâles et y provoquer des contractions persistantes, des contractures. La contraction persistante obtenue avec la vératrine (et avec beaucoup d'autres substances) est due à la contraction du sarcoplasme. Ce genre de contraction, qui se distingue de la contraction simple par sa forme et sa durée et qui se différencie du tétanos par l'absence complète de caractères tétaniques, peut, à juste titre, conserver le nom de contraction tonique, qui lui avait été donné par Wundt et par Ranvier.

Or, il ressort des expériences de Bottazzi et des nôtres que la tonicité musculaire, propriété distincte de l'élasticité, est localisée dans le sarcoplasme. Le raccourcissemeut permanent obtenu avec l'aide d'une de ces substances chimiques équivaut à une élévation de tonus et est due à l'excitation chimique du sarcoplasme contractile des cellules musculaires. Les excitauts sarcoplasmatiques sont donc les facteurs de l'élévation du tonus.

Nous avons pu montrer que le muscle mis en état de tonicité par l'action d'une de ces substances chimiques se trouve dans des conditions physiologiques très favorables à son fonctionnement. Dans la contracture vératrinique, par exemple, et aussi dans la contracture normale des muscles rouges, le poids peut être élevé à une très grande hauteur, car il ne retombe pas chaque fois jusqu'à l'abscisse. Le tonus fait ici office d'un vrai collecteur de travail. Les figures 7 et 12 de notre mémoire cité sont une démonstration du phénomène. Nous renvoyons le lecteur à ce travail, ne pouvant le résumer ici en entier.

Ce travail n'avait pas une portée uniquement pharmacologique. On pouvait prévoir, dans une certaine mesure que l'organisme possède quelque mécanisme assurant l'entretien du tonus musculaire par l'action chimique de substances qui se trouvent à l'intérieur de l'économie. Ces prévisions ont été pleinement vérifiées par nos études sur l'action des substances glandulaires sur la contraction musculaire. Cette action

tonique est directe et s'exerce sur les muscles sans l'intervention du système nerveux.

Si la tonicité musculaire se trouve localisée dans le sarcoplasme et si les produits glandulaires ont le pouvoir d'entretenir le tonus, ces manifestations du tonus et de contracture devraient se produire d'autant plus facilement que les muscles sont plus riches en sarcoplasme. C'est ce qui a lieu, en effet. Des chapitres précédents il résulte que l'action de l'adrénaline sur les muscles suit une gradation.

En appliquant les nouvelles données physiologiques à ces phénomènes, nous dirons que l'adrénaline agit d'autant plus énergiquement sur les muscles qu'ils sont plus riches en sarcoplasme : les muscles lisses sont extrêmement sensibles à son action et se contractent énergiquement sous l'influence de quantités minimes de cette substance (parois vasculaires, muscle dilatateur de l'iris, muscles peauciers, utérus, etc.): le cœur est excitable directement par l'adrénaline, mais à un degré moindre que les muscles lisses. Quant aux muscles striés, leur fonction est strictement liée à la fonction des capsules surrénales, et pourtant ni Boruttau, ni Taramasio n'ont pu déceler la moindre action de l'extrait surrénal et de l'adrénaline sur les nerfs ou les muscles striés. Seuls Oliver et Schäffer, dans leur étude d'ensemble sur l'extrait surrénal, notent que, sous l'influence de dosès très fortes de cet extrait, la période de relâchement musculaire chez la grenouille et le chien est notablement allongée. Comme cette action persiste après la cessation des effets circulatoires de l'extrait, ils concluent que la substance active de l'extrait est retenue dans les muscles. L'extrait surrénal n'est donc pas complètement inactif sur les muscles striés, mais son action doit être soigneusement recherchée.

Afin de pousser plus loin cette étude et de vérifier sur une plus large échelle l'action sarcoplasmatique de l'adrénaline, nous avons recherché l'action directe de cette substance sur deux catégories de muscles striés : les muscles striés pâles et les muscles striés rouges.

Généralement, quand il s'agit de muscles striés, on a en vue les fibres pâles, qui, étant le plus différenciées, sont très pauvres en sarcoplasme et donnent la contraction brève. Le type de ces muscles est le gastrocnémien de grenouille. Mais il existe des muscles qui, bien que striés, sont beaucoup plus riches en sarcoplasme et donnent des contractions lentes, qui les font rapprocher des muscles lisses. Ce sont les muscles striés rouges dont le type est le gastrocnémien de crapaud.

Nous avons donc poursuivi l'action de l'adrénaline Clin et de l'extrait

surrénal Merck, comparativement sur le gastrocnémien de grenouille et sur le gastrocnémien de crapaud (1).

Le muscle rouge du crapaud s'est montré d'une sensibilité extrême à l'action de l'adrénaline et de l'extrait surrénal. Ce muscle, très riche en sarcoplasme, présente même normalement une contracture très prononcée, la contraction se prolongeant outre mesure après chaque excitation de l'appareil inducteur. Mais si, pendant l'excitation électrique du muscle par des ondes périodiques, on porte directement sur le muscle quelques gouttes d'une solution forte d'adrénaline, on voit immédiatement monter la ligne de tonicité et les contractions suivantes se font sur une abscisse plus élevée ; le travail total est considérablement augmenté par suite de l'escalier. L'adrénaline accroît donc la contracture. Cet accroissement de la contracture sous l'influence de l'adrénaline peut se produire à toutes les phases de la courbe de fatigue du muscle. Au début, quand il n'y a encore aucun signe de fatigue, il y a élévation de la courbe tout aussi distinctement que vers la fin, quand la fatigue amène l'abaissement de la courbe. L'élévation suit immédiatement le contact de l'adrénaline avec le muscle ; l'augmentation de tonus est d'habitude d'assez longue durée et ne disparaît que sous l'effet de la fatigue, qui est retardée. Dans les cas où l'élévation du tonus n'est pas durable, on peut obtenir des élévations multiples en faisant agir l'adrénaline à plusieurs reprises. L'extrait surrénal possède les mêmes propriétés que l'adrénaline.

Tout autrement se comporte le muscle strié pâle de grenouille. Il est extrêmement rare d'observer une élévation de la ligne de tonicité en déversant quelques gouttes d'adrénaline sur un muscle de grenouille excité électriquement. L'injection sous-cutanée n'est pas non plus suivie d'effet.

Cette action pourrait passer inaperçue si on ne recourait qu'à ce seul procédé. Supposant que l'action de l'adrénaline sur le muscle strié pâle demande du temps pour se manifester, nous avons excisé dans de nombreuses expériences les gastrocnémiens des deux côtés, et nous les avons plongés dans deux récipients contenant de la solution physiologique isotonique avec quelques traces d'un sel de calcium. L'une des solutions contenait, en outre, des quantités variables d'adrénaline. Comparé au muscle témoin, ayant séjourné pendant le même temps dans la solution physiologique simple, le muscle ayant séjourné dans l'adrénaline présente de la tendance aux contractures, à l'élévation du tonus, aux dédoublements de la secousse, quand il est excité électriquement, sans jamais

(1) J. Ioteyko. Influence de l'adrénaline et de quelques autres produits glandulaires sur la contraction musculaire. (Rapport au XIV[e] Congrès intern. de Médecine de Madrid, 1903).

être animé de secousses dites fibrillaires ni de crampes tétaniques (absence de phénomènes toxiques).

Nous concluons, que même les muscles striés pâles sont susceptibles d'élever leur tonus sous l'influence de l'adrénaline, mais étant très pauvres en sarcoplasme, ils sont beaucoup moins sensibles que les muscles striés rouges et exigent un contact prolongé avec l'adrénaline pour manifester son influence. Notons aussi ce fait intéressant que, ni les muscles pâles, ni les muscles rouges n'élèvent leur tonus spontanément lorsqu'ils sont soumis à l'action de l'adrénaline ; l'augmentation du tonus ne devient apparente qu'au moment de l'excitation électrique.

Dans quelques cas, le muscle strié pâle (gastrocnémien de grenouille) s'est montré sensible à l'action directe de l'adrénaline, mais cette action s'est manifestée non par une élévation du tonus, mais par un escalier très accentué et par une augmentation de résistance à la fatigue. Dans notre travail sur la *contraction tonique* nous avons insisté sur les rapports entre l'augmentation du tonus et l'escalier (p. 88). L'addition latente de l'excitation nécessaire pour produire l'escalier, se passerait dans le sarcoplasme. L'escalier est, en quelque sorte, le premier degré de l'excitation du sarcoplasme, excitation qui aboutit à une élévation du tonus quand elle est suffisamment forte et prolongée.

Comme le muscle strié de grenouille (muscle pâle) est peu sensible à l'action directe de l'adrénaline (probablement à cause du peu de durée de son application), l'escalier n'est accompagné que d'une contracture insignifiante. Dans les muscles rouges du crapaud nous voyons ces deux phénomènes intimement liés.

***

Nous avons examiné encore à ce point de vue l'action de plusieurs autres produits glandulaires. Nous avons dû renoncer à l'emploi de l'extrait glycériné, car il résulte des recherches de Halliburton (1) et de Lyle (2), que la glycérine a une action analogue à celle de la vératrine sur les contractions des muscles striés. Il ne reste donc que les poudres desséchées des glandes, dont le dosage est presque impossible, ces poudres étant peu solubles dans l'eau. Nous devons à la maison Merck, de Darmstadt, l'envoi gracieux de nombreux échantillons de produits glandulaires d'une pureté irréprochable. Jusqu'à présent, nous avons expérimenté les produits suivants : glande thyroïde desséchée, hypophyse desséchée, ovaire desséché et testicules pulvérisés.

(1) HALLIBURTON (*Journ. of Physiol.*, 1901).

(2) LYLE. — The veratrine-like action of glycerine (*Proc. Physiol. Soc Journ. of Physiology*, XXVI, 1901, p. XXV).

Glandula thyreoidea sicc. pulv. Merck est la glande thyroïde sèche pulvérisée, préparation qui contient tous les principes actifs de la glande thyroïde et jouit encore d'une grande faveur en opothérapie (1).

Hypophysis cerebri sicc pulv. Merck est la poudre desséchée de la glande pituitaire de veaux récemment abattus. Une partie de cette préparation correspond à environ 6,5 parties de l'organe frais. Magnus et Schäfer (2) trouvent que la glande pituitaire produit une contraction des organes, excepté pour le rein, qui se dilate (diurèse). Ce principe diurétique provient de la partie nerveuse ou infundibulaire de la glande.

Testes siccati pulverisati Merck sont les testicules desséchés et pulvérisés de taureau. Une partie de la préparation correspond à 6 parties de l'organe frais (3). L'usage de cette préparation tonique, préconisé par Brown-Séquard, a été recommandé principalement dans la neurasthénie.

Ovarial Merck est la poudre des ovaires desséchés de la vache.

L'action tonifiante de certains de ces produits est connue anciennement. Vito Capriati (4) étudia l'influence du suc testiculaire de Brown-Séquard et constata à l'ergographe une notable augmentation de force. Zoth et Pregl (5) observèrent de même un accroissement notable de la force du muscle fatigué sous l'influence du suc testiculaire. Il reste sans effet sur le muscle non fatigué et n'augmente pas sa capacité au travail.

Mossé (6) a constaté avec l'emploi du dynamomètre et de l'ergographe une augmentation d'amplitude et de durée de la courbe du travail au début du traitement thyroïdien. Cette augmentation de force est tout aussi nette avec l'emploi de l'iodothyrine qu'avec celui de la glande thyroïde fraîche.

Pour étudier l'influence de ces produits glandulaires sur les muscles gastrocnémiens de grenouille, nous avons recouru au procédé suivant : 50 centigrammes de la poudre glandulaire étaient triturés pendant une demi-heure dans 15 ou 20 c.c. de solution physiologique isotonique. Un gastrocnémien est alors plongé dans la solution filtrée, celui du côté opposé est immergé dans la solution physiologique simple. Après un séjour de 15 minutes à une heure dans les liquides, les muscles sont enlevés et leur excitabilité est examinée au myographe.

(1) *Annales Merck*, 1895, p. 111. — *Annales Merck*, 1895, p. 109 et 1896.

(2) Magnus et Schafer (*Journ. of the chemical Society*, 1901, novembre).

(3) *Annales Merck*, 1899, p. 124.

(4) Brown-Séquard. — Remarques sur les expériences de Vito Capriati (*Arch. de Physiol.*, 1892).

(5) Zoth et Pregl. (*Arch. de Pflüger*, 1895. LXII).

(6) Mossé. — Influence du suc thyroïdien sur l'énergie musculaire et sur la resistance à la fatigue (*Archives de Physiologie*, 1898).

Sans entrer dans tous les détails de cette étude, qui fera l'objet d'une publication spéciale, nous dirons que tous les extraits glandulaires étudiés se sont comportés comme l'adrénaline quoique à un degré moins prononcé. Sans donner lieu à des contractions tétaniques ni à des contractions fibrillaires, ils ont conféré aux muscles la propriété d'entrer en contracture et d'élever leur tonus pendant l'excitation électrique.

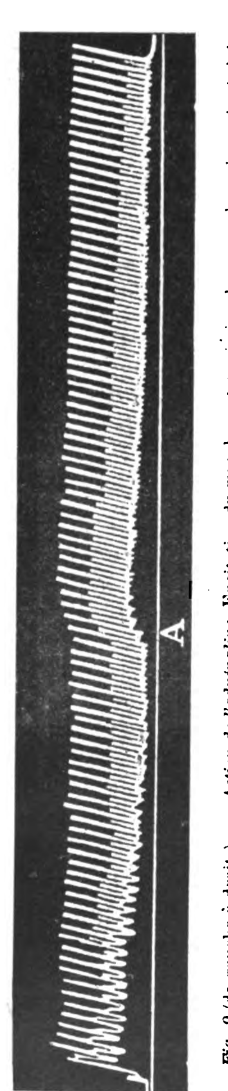


Fig. 9 (de gauche à droite). — *Action de l'adrénaline.* Excitation du muscle gastrocnémien de crapaud par des ondes induites de fermeture et de rupture, à intensité faible, se succédant toutes les secondes. Au point **A** on déverse sur le muscle quelques gouttes d'une solution d'adrénaline dans la solution physiologique isotonique. L'élévation de tonus est immédiate et se maintient assez longtemps. (D'après l'auteur.)

Nous sommes arrivés ainsi aux conclusions suivantes relativement à l'entretien de la tonicité musculaire par les produits des glandes à sécrétion interne :

1° L'adrénaline (fig. 9) agit sur les muscles d'autant plus énergiquement qu'ils sont plus riches en sarcoplasme. Elle est un excitant sarcoplasmatique ;

2° Une action dans le même sens est dévolue encore à d'autres produits glandulaires, tels que l'extrait de la glande thyroïde, de l'hypophyse, de la glande testiculaire et de l'ovaire ;

3° Nous proposons la dénomination « de poisons physiologiques des muscles » aux produits de ces glandes qui, en agissant chimiquement sur la substance musculaire et principalement sur le sarcoplasme, ont la propriété remarquable d'augmenter considérablement le tonus des muscles. Cette augmentation de tonus devient surtout apparente au moment de l'excitation électrique, en créant des conditions très favorables pour la contraction, qui se fait sur une ligne de tonicité plus élevée et subit un accroissement. Nous avons le droit de supposer que le tonus entretenu chimiquement dans les muscles par les produits glandulaires est un phénomène physiologique, qui facilite l'action du stimulus nerveux et constitue un des actes préparatoires de la contraction.

De cette façon, on pourrait appeler *sensibilisatrices* ces substances,

dont le rôle serait d'augmenter la sensibilité (réceptivité) du muscle au stimulus nerveux.

X. — De l'excitation galvanique du muscle

On croyait autrefois que le muscle se comporte tout à fait comme le nerf moteur vis-à-vis de l'excitant galvanique, et qu'il ne donne de secousses qu'à la fermeture et à l'ouverture du courant. Or, non seulement la loi des secousses dans les muscles est loin d'être aussi formelle et aussi régulière que dans les nerfs (électrotonus), mais il parait certain aujourd'hui que dans les muscles il se produit des effets de l'état permanent du courant à côté des phénomènes d'excitation polaire.

Schiff le premier et plus tard Vulpian ont vu, dans un muscle fatigué ou mourant, se produire une contraction localisée à la cathode au moment de la fermeture, et à l'anode au moment de l'ouverture du courant galvanique. La contraction idio-musculaire (nom donné par *Schiff* à ce genre de soulèvement) se produit aussi pour les excitants mécaniques et chimiques, mais ne se produit jamais avec les ondes faradiques. Le fait de l'excitation permanente du muscle par le courant galvanique a été démontré ensuite par les recherches de Bezold, Hering, Wundt (« contraction tonique », « galvano-tonus »), Kühne (« ondulations galvaniques »), Hermann, Meierowsky. Un phénomène analogue peut d'ailleurs s'observer même dans le muscle normal et aussi dans le muscle dégénéré. Biedermann a donné la loi suivante : l'excitation ou l'inhibition locale du muscle, en d'autres termes, l'augmentation ou la diminution de son excitabilité, sont en rapport avec la durée du courant; la propagation de l'excitation dans un muscle est corrélative de l'état variable du courant.

On s'est habitué, dit Verworn, à considérer la secousse musculaire comme l'unique expression de l'excitation du muscle Cette conception a entraîné beaucoup d'erreurs. Ainsi, c'est une opinion défendue encore actuellement par une partie des physiologistes, que seules les variations d'intensité du courant galvanique agissent comme excitant et encore uniquement lorsqu'elles se produisent avec une certaine rapidité. Or, en réalité, en employant des courants un peu forts, nous obtenons une contraction durable. Il est certain aussi que le courant galvanique agit pendant son passage dans l'excitation des Rhizopodes. Ainsi la dégénérescence granuleuse, qui est un réactif de l'excitation, se fait aussi longtemps que le courant passe.

Les effets excitateurs de l'état permanent du courant galvanique sur le muscle sont actuellement admis en électro-physiologie. Sur le tracé 10, nous voyons les contractions dues aux fermetures (F) et aux ouver-

tures (O, du courant galvanique, et entre chaque fermeture nous observons un raccourcissement permanent pendant la période constante. C'est ce raccourcissement qui porte le nom de galvano-tonus, de raccourcissement galvanotonique ou de contraction galvanotonique (synonyme de la

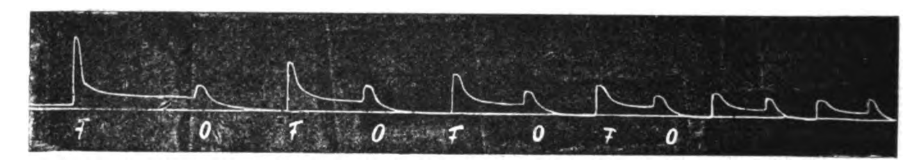


Fig. 10. — Excitation directe du muscle normal par le courant galvanique ascendant de fermeture et d'ouverture. Entre les deux périodes variables il persiste un raccourcissement. (D'après l'auteur).

« contraction tonique » de Wundt). On observe aussi que même l'ouverture est suivie d'un résidu de contraction ; les effets excitateurs du régime variable du courant galvanique se prolongent donc davantage que les effets des variations des ondes induites Mais leur durée est peu de chose relativement au régime constant, qui s'établit après la fermeture galvanique.

Si, dans un autre graphique, la succession des fermetures et des ouvertures galvaniques est plus rapide (voir fig. 11), nous obtenons un

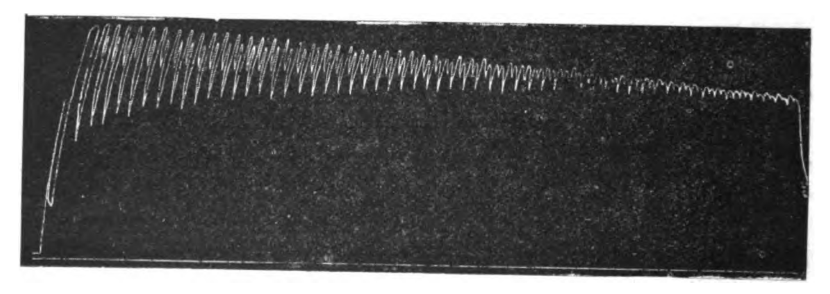


Fig. 11. — Excitation directe du muscle normal par le courant galvanique. Secousses OA et OD, et FD et FA. Succession plus rapide des excitations que dans la figure 23. Electrodes impolarisables. Une excitation toutes les deux secondes.

(D'après l'auteur).

raccourcissement qui dure aussi longtemps que l'expérience, et sur le sommet de ce raccourcissement viennent se greffer les secousses dues au régime variable.

On a reconnu que les mêmes faits se produisent si le muscle est curarisé, et que rien de semblable ne se produit dans l'excitation galvanique du nerf. D'autre part, on a la certitude que la contraction permanente pendant le passage du courant continu n'est pas un simple résidu de contraction.

Pour vérifier ce fait, il faut, dit Weiss, chercher à faire passer le courant permanent en supprimant la contraction de fermeture. On y arrive en ne lançant pas brusquement le courant, mais en le faisant croître peu à peu. Voici ce que l'on constate : si on agit directement sur le muscle, le raccourcissement galvanotonique augmente et diminue peu à peu avec l'intensité du courant. Si, au contraire, on opère avec le même courant, en plaçant les électrodes directement sur le nerf, le raccourcissement galvanotonique ne se produit pas. Il est donc démontré que le courant continu agit directement sur le muscle.

Nous voyons ainsi que l'excitant galvanique peut être classé parmi les excitants qui, ***en agissant directement sur la substance musculaire, provoquent un allongement considérable de la secousse simple.*** Ajoutons à ces données, que la contraction galvanotonique n'est pas le tétanos, car ainsi que Wundt l'a montré, le muscle mis en état de contraction par le courant continu ne présente pas d'oscillations. D'après le même auteur, sous l'influence du curare ou d'autres poisons des nerfs, les secousses galvaniques cessent à l'ouverture et à la fermeture, et il ne reste qu'une contraction permanente. Le même phénomène se produit dans l'électrotonisation, qui amène un état paralytique de tout le nerf (Fick). Dans ces conditions, les secousses galvaniques disparaissent, et la contraction permanente persiste seule.

L'analogie est frappante avec l'action des excitants chimiques étudiés jusqu'à présent. Il faut donc admettre nécessairement que le courant galvanique est un excitant non seulement pour la substance fibrillaire anisotrope, mais aussi pour la substance sarcoplasmatique. Et comme l'analyse électro-physiologique nous donne tous les éléments nécessaires pour faire une distinction encore plus précise (ce qui manquait pour les excitants chimiques), nous dirons que l'***état variable du courant galvanique*** (fermeture et ouverture) ***agit comme un excitant principalement sur la substance fibrillaire, anisotrope*** ; ***tandis que le régime permanent du courant agit comme excitant principalement sur la substance sarcoplasmatique de la fibre musculaire.*** Cette opinion, qui n'avait pas encore été exprimée, rend compte d'un très grand nombre de phénomènes. Il est plus que probable que cette différence dans le mode de réagir des deux substances contractiles du muscle est due simplement à une différence d'excitabilité. La substance fibrillaire (anisotrope), plus différenciée, plus excitable, produit les mouvements rapides et ***réagit à une durée d'excitation plus courte*** que la substance sarcoplasmatique, qui, étant moins différenciée, moins excitable, produit les mouvements lents ou les modifications du tonus et ***réagit à une durée d'excitation plus longue.*** En même temps, nous nous expliquons pourquoi les ondes

faradiques produisent toujours dans les conditions normales des contractions brèves dans les muscles striés pâles, et non des contractions lentes et durables. Les ondes faradiques ne sont pas un excitant approprié pour la substance sarcoplasmatique, car la variation de potentiel du courant faradique est trop brusque pour exciter le sarcoplasme, qui demande pour réagir, une durée d'excitation plus longue que la substance fibrillaire anisotrope. Et s'il existe une différence dans le mode d'agir de la période variable et du régime permanent du courant galvanique, elle doit être recherchée dans la durée de leur excitation.

D'ailleurs, cette excitabilité réduite du sarcoplasme pour le courant faradique se retrouve encore pour d'autres genres de protoplasme non différencié. D'après Verworn, certains Rhizopodes marins ne sont nullement influencés par les chocs d induction, quelque intenses qu'ils puissent être. Leur protoplasme exige, pour réagir, une durée d'excitation plus longue que celle qui est donnée par les chocs d'induction.

Il est même très probable que l'efficacité des excitants chimiques à produire la contraction sarcoplasmatique est due en grande partie à leur action continue. Et on retrouverait là aussi quelque chose d'analogue à la variation de potentiel (contraction initiale, brève) et au régime constant (dédoublement, plateau).

L'examen des courbes obtenues dans l'excitation du muscle par le courant galvanique montre une analogie complète avec les courbes de la vératrine et d'autres excitants chimiques. L'excitant galvanique aussi bien que les excitants chimiques produisent la contracture quand les excitations se suivent assez rapidement (à plusieurs secondes d'intervalles); ils produisent les formes connues sous le nom de « nez », d' « élévation secondaire », de « contraction tonique ». Les graphiques rapportés par un grand nombre d'auteurs, ainsi que celui que j'ai publié dans un travail antérieur (1), prouvent surabondamment que les formes à élévation secondaire sont très fréquentes. L'élévation secondaire dépasse souvent en hauteur la contraction primitive, et comme pour la vératrine, nous observons les mêmes différences de durée entre les contractions; celle qui naît au moment de la période variable du courant possède tous les caractères de la contraction fibrillaire, anisotrope, y compris la brièveté; celle qui se produit lors du régime constant est beaucoup plus lente et peut, à juste titre, rentrer dans la catégorie des contractions sarcoplasmatiques.

L'excitant galvanique est donc l'excitant de choix pour produire la contraction tonique (c'est-à dire sarcoplasmatique). Il a cet avantage

(1) La fatigue névro-musculaire. (*Annales de la Société royale des Sciences médicales et naturelles*, 1900, t. IX, fig. 6).

sur les excitants chimiques que son intensité ainsi que la durée de son action peuvent être dosées convenablement. Les formes de la contraction tonique, obtenues avec le courant galvanique, sont, en effet, plus régulières et plus finies dans la majorité des cas que les formes obtenues avec les excitants chimiques. Et pourtant, même avec le courant galvanique, on obtient parfois des contractions démesurément longues, le matériel sarcoplasmatique ne réagissant pas dans tous les cas d'une façon identique. L'irrégularité de la contraction galvanique parait surtout manifeste quand on la compare avec la contraction faradique, laquelle, sauf de très rares exceptions, est toujours identique. Les figures 10 et 11 sont choisies comme type de la contraction galvanique régulière. Il parait très probable que c'est l'action chimique du courant galvanique qui agit comme excitant.

Un autre avantage du courant galvanique sur les excitants chimiques, c'est qu'il est dépourvu de l'action toxique que possèdent les poisons. Et cette circonstance nous explique une différence entre les effets de la vératrine et ceux du courant galvanique. Nous avons vu que, dans la vératrinisation, la contraction fibrillaire anisotrope est plus résistante à la fatigue que la contraction sarcoplasmatique. Mais il ne faudrait pas croire que cette résistance moins grande du sarcoplasme soit physiologique. La fragilité de la contraction sarcoplasmatique est d'ordre toxique, la vératrine étant un poison bien plus violent pour le sarcoplasme que pour les fibrilles. La preuve, c'est que la fatigabilité du sarcoplasme devient bien plus grande avec l'usage des doses fortes de vératrine qu'avec l'usage des doses faibles, au point que, dans la vératrinisation massive, une seule excitation faradique et une seule contraction tonique suffisent souvent pour épuiser le sarcoplasme.

Or, il est intéressant de comparer à ce point de vue l'action de la vératrine à celle du courant galvanique. Avec le courant galvanique, nous obtenons des phénomènes inverses. Déjà Biedermann avait montré que sous l'influence de la fatigue, on voyait disparaitre tout d'abord la contraction de fermeture galvanique, et que la contraction tonique (Dauercontraction) ne disparaissait que plus tard. Dans un travail antérieur (1), m'étant occupée de ce phénomène d'une façon tout à fait particulière, je ne crois pas nécessaire d'entrer dans tous les détails. Il suffira de rappeler que la contraction tonique (raccourcissement permanent, galvanotonique) est incomparablement plus résistante à la fatigue que la contraction de fermeture du courant galvanique. Lorsque dans une série de contractions galvaniques, la contraction au régime variable

(1) La fatigue névro-musculaire (*Annales de la Société royale des Sciences médicales et naturelles*, 1900, t. IX, fig. 6).



aura disparu, il persistera encore pendant longtemps le raccourcissement du régime constant (voir fig. 6 du mémoire cité). Sur le tracé *N*, nous voyons aussi un phénomène de même ordre : le sommet des contractions du régime variable a déjà sensiblement fléchi ; le raccourcissement galvanotonique a, au contraire, augmenté.

Tous les électrophysiologistes sont aussi d'accord pour affirmer que le raccourcissement galvanotonique n'apparait que lors des courants très forts.

Toutes ces données nous conduisent à admettre que le sarcoplasme est moins excitable que la substance anisotrope, et qu'il est en même temps plus résistant.

XI. — De l'excitabilité des muscles dégénérés

Les réactions anormales des muscles et des nerfs présentent un grand intérêt théorique et pratique. Au Congrès de neurologie de Bruxelles, en 1897, le professeur Doumer disait dans son rapport *sur la valeur séméiologique des réactions anormales des muscles et des nerfs*, qu'on demande trop à l'électrodiagnostic : on exige le nom de la maladie. Or, en réalité, l'électrodiagnostic ne peut nous renseigner que sur l'état des organes (muscles et nerfs) qu'on explore Cette exploration répond toujours avec grande précision aux questions qui lui sont posées, et l'électrodiagnostic est une des méthodes les plus précises que la clinique possède.

En voyant les modifications subies par l'excitabilité des muscles sous l'influence de la section du nerf moteur, on est porté tout naturellement à croire que la réaction de dégénérescence est due à l'énervation du muscle. En effet, les phénomènes les plus caractéristiques de cette réaction s'établissent au moment où les nerfs sont plus ou moins complètement dégénérés. La réaction dite « anormale » serait donc la réaction « normale » du muscle sans nerfs. Cette interprétation rencontre des objections sérieuses, car elle suppose que la réaction musculaire diffère qualitativement suivant que le muscle est excité directement ou indirectement (hypothèse que rien ne vient confirmer), et elle suppose aussi, contrairement à l'opinion courante, que le curare ne paralyse pas les dernières terminaisons des nerfs dans les muscles. Cette opinion avait été admise par Schiff.

Or, dans mes recherches sur la physiologie du muscle, j'étais arrivée à admettre, d'une façon absolument certaine, qu'il existe dans le muscle *deux éléments différemment excitables*. Et il paraissait naturel, presque indispensable, de localiser ces deux éléments à excitabilité différente, d'une part dans le tissu musculaire même, d'autre part dans les nerfs.

Mais en étudiant de plus près les phénomènes d'excitabilité du muscle mis en état de dégénérescence par section du nerf, je suis arrivée à réduire considérablement l'influence exercée par l'énervation du muscle sur sa contraction. Le point de départ du phénomène est constitué inévitablement par la section du nerf, mais le syndrome essentiel s'explique aisément grâce aux nouvelles découvertes sur la physiologie des muscles, et sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir dans la réaction l'influence du système nerveux.

C'est à la lumière de ces nouveaux travaux que je vais exposer la théorie que je propose pour expliquer le mécanisme de la réaction de dégénérescence des muscles.

Il résulte des recherches de Grützner, Bierfreund, Rollett, Bottazzi, etc., que les muscles riches en sarcoplasme (muscles lisses, muscles striés rouges) se contractent plus lentement, meurent plus tard, sont plus résistants et moins excitables que les muscles pauvres en sarcoplasme, mais riches en fibrilles (muscles striés pâles).

Cette constatation a été le point de départ de la théorie de Bottazzi, d'après laquelle le sarcoplasme, lui aussi, serait contractile. La contraction rapide est localisée dans la substance anisotrope, fibrillaire, de chaque fibre ou cellule musculaire ; la contraction lente est localisée dans la partie sarcoplasmatique de la fibre. Le prolongement de la secousse musculaire, obtenu, par exemple, avec la vératrine et beaucoup d'autres substances chimiques, serait dû à l'excitation du sarcoplasme, qui réagirait par la contraction qui lui est propre. Les travaux de Bottazzi montrent qu'il existe une relation systématique entre la forme de la contraction, la structure du muscle et sa fonction.

Dans un travail récent (1), je confirme par des faits nouveaux la théorie du physiologiste italien, et je donne l'explication d'un grand nombre de phénomènes d'excitabilité musculaire qui paraissaient obscurs : le prolongement de la secousse dans la vératrinisation, dans la chloroformisation, dans l'éthérisation, sous l'influence des vapeurs d'ammoniaque, le galvanotonus, la contracture du Tiegel, l'escalier de Bowditch, l'addition des excitations.

Dans un autre travail (2) j'invoque la même théorie pour expliquer les

(1) J. Ioteyko — *Etudes sur la contraction tonique du muscle strié et ses excitants.* (*Mémoires couronnés, etc., publiés par l'Académie royale de médecine de Belgique*, 1903).

(2) Mécanisme physiologique de la réaction de dégénénérescence des muscles (*Bulletin de l'Académie Royale de Médecine de Belgique* décembre 1903; deuxième édition dans les *Annales d'Electrobiologie*, n° 6, 1904 ; en allemand *in Zeitschrift für Elektrotherapie und physikolischen Heilmethoden*, 5 Heft 1904).



modifications de l'excitabilité survenant dans la dégénérescence des muscles (prolongement de la secousse et modifications de l'excitabilité électrique).

La contractilité du sarcoplasme n'a pas encore été démontrée directement; mais cette hypothèse est la seule admissible aujourd'hui pour expliquer les faits d'excitabilité musculaire. D'autre part, il est même impossible de refuser au sarcoplasme les caractères de contractilité, alors que tous les protoplasmas non différenciés sont contractiles Mais dans les muscles striés pâles, le sarcoplasme, étant très réduit, ne peut jouer un rôle important lors de la contraction ; aussi, dans les conditions ordinaires, la contraction de ces muscles est-elle d'une extrême brièveté. Ce n'est que sous l'influence d'excitants énergiques (vératrine, ammoniaque, etc.) que le sarcoplasme des muscles striés prend une part appréciable à la contraction, et nous voyons alors la secousse se prolonger considérablement.

Or, les rapports sont complètement changés dans les muscles lisses. Ici le sarcoplasme est très abondant, et nous devons admettre, même théoriquement, qu'il ne peut rester indifférent à la contraction. C'est ce que démontre d'ailleurs l'observation : la contraction des muscles lisses est d'une grande lenteur et possède des caractères bien différents de ceux de la contraction des muscles striés.

Les recherches anciennes avaient montré que plus un muscle est riche en sarcoplasme, moins il est exitable : il lui faut, pour réagir, une *intensité* plus forte du courant. Mes expériences établissent un rapport entre la secousse et la *durée* de l'excitation. La substance fibrillaire (anisotrope), plus différenciée, plus excitable, produit les mouvements rapides et *réagit à une durée d'excitation plus courte* que la substance sarcoplasmatique, qui, étant moins différenciée, moins excitable, produit les mouvements lents et *réagit à une durée d'excitation plus longue*. Et si les ondes faradiques isolées ne sont pas un excitant approprié pour les muscles riches en sarcoplasme, c'est parce que la variation du potentiel électrique est dans ce cas trop brusque pour exciter le sarcoplasme.

On peut dire actuellement qu'il existe trois degrés dans l'excitabilité de la préparation névro-musculaire par les ondes faradiques isolées : le nerf est plus sensible que la substance anisotrope et le sarcoplasme est peu excitable par les mêmes courants. Cette différence tient, selon nous, au substratum plus au moins différencié des organes en question et permet d'affirmer qu'il existe un rapport entre la différenciation et la sensibilité à la durée de l'excitation.

Ces faits étant établis, les phénomènes caractérisant la réaction de dégénérescence des muscles deviennent facilement explicables.

Morphologiquement, le muscle dégénéré (après section du nerf) présente un retour à l'état embryonnaire : diminution ou disparition de la substance fibrillaire (perte de la striation) et développement considérable du sarcoplasme. Les modifications histologiques que présentent les muscles dégénérés ont été étudiés par Mantegazza, Vulpian, Erb, Hayem, Bizzozero, Golgi, Babinski, Durante, De Buck. D'après Babinski, la substance striée est extrêmement réduite et le protoplasme remplit presque à lui seul la gaine du sarcolemme. Ces figures sont tout à fait comparables à celles que présentent les fibres musculaires en voie de développement. On voit donc que l'atrophie de la substance striée marche de pair avec la tuméfaction de la substance protoplasmique non différenciée. Sous l'influence de la section du nerf, le protoplasme non différenciée de la fibre musculaire s'accroît, se développe, et c'est à cette suractivité nutritive anormale qu'est due vraisemblablement l'atrophie de la substance striée, qui est absorbée par le protoplasme. D'une façon générale, on peut dire qu'il s'agit d'un retour de la fibre à l'état embryonnaire (1).

Le muscle en état de dégénérescence perd donc ses caractères de différenciation et cesse d'être un muscle strié. Il acquiert les caractères morphologiques du muscle lisse. En même temps, il devient un muscle lisse par son fonctionnement. Abstraction faite de l'inversion de la formule, dont il sera parlé plus loin, les réactions les plus caractéristiques des muscles dégénérés sont constituées par : 1° la perte de la contractilité faradique du muscle avec conservation de la contractilité voltaïque, et 2° la lenteur de la secousse. Ce sont là les caractères les plus importants de la réaction de dégénérescence d'Erb.

Ces modifications de la secousse sont précisément dues à l'abondance du sarcoplasme dans le muscle dégénéré. L'excitabilité du muscle dégénéré présente une analogie parfaite avec les caractères d'excitabilité que nous avons assumés au sarcoplasme. Il suffit de revoir les graphiques de notre travail, de parcourir les descriptions que donne Mendelssohn des courbes dégénératives, pour se faire une conviction. Les réactions du muscle dégénéré constituent les réactions normales, caractéristiques du sarcoplasme, qui, étant moins différencié que la substance fibrillaire, n'est presque pas excitable par les ondes rapides d'induction. Il n'est excitable que par le passage permanent du courant voltaïque et ne réagit que par la contraction lente, qui lui est particulière.

D'ailleurs, d'autres preuves existent. D'Arsonval (2) a montré que

(1) Voir CHARCOT BOUCHARD — *Traité de médecine*, vol. VI.
(2) Cité par CLUZET (*Annales d'électrobiologie*, 1900, t. III, pp. 636-675).

le muscle dégénéré demande, pour se contracter, un courant d'une durée au-dessus de 1/10 de seconde ; le courant faradique ordinaire, restant au-dessous de cette durée, n'a pas le temps d'émouvoir le muscle ; mais qu'on augmente la durée du flux faradique, en plaçant aux bornes de la bobine, en dérivation, un condensateur de capacité suffisante, et alors on obtient une contraction presque aussi nette qu'avec le courant galvanique Inversement, si l'on donne, au moyen d'un commutateur rapide, à la variation galvanique une durée très courte, le muscle ne répond plus.

Ces expériences de d'Arsonval nous démontrent donc directement que la différence dans le mode de se comporter du courant faradique et du courant galvanique sur les muscles dégénérés tient à la durée de l'excitation. Ce fait acquiert une signification tout à fait générale, confronté avec les phénomènes que nous avons fait connaître sur l'excitabilité galvanique du sarcoplasme dans la série des muscles. Nous croyons qu'il est acquis désormais, que ces différences dans l'excitabilité électrique tiennent au substratum plus ou moins différencié de la cellule musculaire.

D'autres faits ne sont pas moins probants. Il m'a paru très intéressant d'examiner l'excitabilité chimique des muscles dégénérés. Jusqu'à présent, tous les examens ont porté sur l'excitabilité électrique, ce qui s'explique par les nécessité de l'électrodiagnostic. Mais au point de vue physiologique et aussi au point de vue de l'explication du mécanisme de la réaction de dégénérescence, il importait de soumettre les muscles dégénérés à des excitants autres que l'excitant électrique.

L'excitation chimique des muscles de grenouille, mis en état de dégénérescence par section du nerf sciatique non loin des racines, m'a révélé des faits qui sont de grande importance pour la théorie de la contractilité du sarcoplasme. Ces faits principaux sont au nombre de trois :

1° Les muscles mis en état de dégénérescence peuvent ce contracter spontanément sous l'influence de certains excitants chimiques (ammoniaque, chloroforme, solution hypertonique de chlorure de sodium). Ayant fait usage des muscles gastrocnémiens de grenouille (muscles striés pâles, hautement différenciés et ne possédant que très peu de sarcoplasme à l'état normal), j'ai pu remarquer que *la sensibilité chimique des muscles dégénérés est bien plus grande que la sensibilité chimique des muscles normaux*. Il est très rare d'obtenir des contractions spontanées des muscles gastrocnémiens normaux de grenouille sous l'influence des vapeurs d'ammoniaque ou de chloroforme ; le fait est, au contraire, très fréquent pour le muscle dégénéré. Il se contracte, sous l'influence des excitants chimiques, avec la même facilité que le muscle gastrocnémien rouge de crapaud, qui, comme on le sait, est très riche en sarcoplasme.

Nous sommes en droit de conclure que cette grande sensibilité chimique du muscle dégénéré est due à son contenu sarcoplasmatique.

2° La contraction sous l'influence des excitants chimiques ne se produit pas dans tous les cas Si, par exemple, la dose de toxique n'est pas suffisante, le muscle reste immobile. Mais il suffit alors *d'une seule excitation induite* (fermeture ou ouverture du courant) pour voir le muscle entrer immédiatement en contraction. Ainsi, on peut dire que *l'excitabilité faradique, qui paraissait complètement perdue pour le muscle dégénéré, peut lui être rendue par l'influence prolongée de certains excitants chimiques*. Les ondes faradiques deviennent efficaces dans ces conditions. L'exemple présente une analogie saisissante avec la contracture de Tiegel et avec l'état vératrinique des muscles normaux : l'excitant de la contracture de Tiegel sont les produits toxiques engendrés par l'organisme, lesquels jouent en quelque sorte le même rôle que la vératrine, en portant au plus haut point l'excitabilité du sarcoplasme, qui réagit alors, même pour l'excitation induite.

Et ces données viennent confirmer nos propositions précédentes, savoir que si les ondes faradiques ne sont pas un excitant approprié pour la substance sarcoplasmatique, c'est parce que la variation du potentiel du courant électrique est trop brusque pour émouvoir le sarcoplasme. Mais l'action brusque du courant faradique, jointe à l'action continue des excitants chimiques, est capable de produire une réponse motrice.

3° Dans tous les cas, et quel que soit le mode d'excitant appliqué aux muscles dégénérés (actions chimiques, courant galvanique, ou courant induit joint à l'excitant chimique), ils répondent toujours par la contraction lente qui leur est particulière. Cette contraction est en tout identique à la courbe ordinaire obtenue par l'excitation galvanique du muscle dégénéré (excitation bipolaire et unipolaire), c'est la *courbe dégénérative* de Mendelssohn, que nous avons pleinement le droit d'appeler aujourd'hui *courbe sarcoplasmatique*, car elle en possède tous les caractères.

Il est intéressant de relever que Remak et Dubois ont constaté que dans quelques cas les muscles dégénérés pouvaient se contracter sous l'influence du courant faradique ; mais, néanmoins, la forme de la contraction était allongée, comme sous l'influence du courant galvanique. Ceci montre que c'est la façon du sarcoplasme de réagir à tous les excitants, et que les effets tiennent à la structure du muscle et non à l'action spécifique des excitants.

Ajoutons aussi que le courant galvanique produit un allongement de la secousse, même quand il agit sur un muscle normal ; nous avons attribué ce prolongement à l'excitation du sarcoplasme qui se trouve

normalement contenu dans le muscle. Mais le prolongement de la contraction du muscle dégénéré obtenu par le même courant est incomparablement plus considérable.

D'autre part, les symptômes caractérisant la réaction de dégénérescence peuvent être obtenus par des procédés autres que la dégénérescence. J. Cluzet (1), qui s'est attaché à l'étude de cette question, a pu obtenir la réaction de dégénérescence expérimentale dans un grand nombre de circonstances, ainsi : dans les injections de strophantine, de curare, dans la fatigue musculaire et dans l'anémie expérimentale de la moelle. Dans tous ces cas, il y a diminution ou abolition de l'excitabilité faradique des muscles avec conservation de l'excitabilité galvanique et la lenteur de la secousse. On remarque aussi l'inversion de la formule, dont nous allons nous occuper plus loin.

Pour obtenir l'anémie de la moelle chez les chiens, l'auteur produisait l'embolie des artères spinales avec de la poudre de lycopode. Le train postérieur se paralyse Les réactions électriques des muscles se sont maintenues normales pendant plusieurs jours chez trois chiens opérés. C'est vers le quatrième jour que la réaction de dégénérescence a commencé. Pour le nerf, on constata la diminution simultanée de l'excitabilité faradique et galvanique. Pour le muscle, on constata la diminution du courant faradique seul et la lenteur de la secousse.

L'examen histologique de la moelle démontra la destruction des cellules nerveuses.

Comment concilier ces faits avec la théorie de la contractilité du sarcoplasme ? Mais ils se trouvent en rapport direct avec les faits que nous avons fait connaître sur l'excitabilité chimique du sarcoplasme (2). Sous l'influence des excitants chimiques, l'excitabilité du sarcoplasme des muscles normaux est augmenté à tel point que le sarcoplasme réagit par la contraction qui lui est particulière, c'est-à-dire par la contraction lente.

Il est très probable, en outre, que l'excitabilité de la substance fibrillaire, anisotrope, beaucoup plus fragile que le sarcoplasme, a été tuée par ces poisons ; nous n'obtenons donc plus de contractions par le courant faradique, mais le sarcoplasme se contracte seul sous l influence du courant galvanique.

(1) J. CLUZET. — Recherches expérimentales sur quelques faits d'électrodiagnostic. (*Annales d'électrobiologie*, 1901, pp 6-24). — Action de la strophantine sur les réactions électriques des muscles et des nerfs de la grenouille. *Comptes rendus de la Société de biologie*, 1900, p. 313). — Syndrome électrique de dégénérescence dû à l'anémie expérimentée de la moelle. (*Ibid* , 1900, p. 709).

(2) *Loc. cit.*

En ce qui concerne la fatigue, nous avons consacré un mémoire entier à la description des contractions qu'on obtient dans ces cas (1) : ce sont les contractions allongées que nous avions dénommées *idio-musculaires*, à l'exemple de Schiff, mais qu'il est plus juste aujourd'hui d'appeler contractions sarcoplasmatiques.

Quant à l'influence de l'anémie, il ne faut certes pas chercher l'origine des troubles observés dans la destruction des cellules de la moelle; cette destruction centrale reste sans effet sur les phénomènes d'excitabilité périphérique, mise en jeu par les excitants électriques. La cause du phénomène est dans la survivance de la substance sarcoplasmatique, qui, étant moins excitable que la substance fibrillaire, est plus résistante à la fatigue, à l'anémie et à la mort. Ces caractères sont étroitement liés à son substratum moins différencié.

Le même raisonnement s'applique aussi aux phénomènes caractérisant la perte de la contractilité après la mort. Babinski (2) décrivit récemment les modifications qui se manifestent surtout dans les muscles de la face chez l'homme. Il a constaté, avec les courants voltaïques, à la période dans laquelle l'excitabilité indirecte est abolie et la contractilité faradique directe a disparu, un changement dans la forme de la secousse musculaire, qui, au lieu d'être brusque, est lente, paresseuse, ainsi qu'une inversion de la formule normale de l'excitabilité voltaïque. La contraction électrique des muscles après la mort subit donc, avant de disparaître, des modifications qui ont une grande analogie avec celles qui sont consécutives à la dégénérescence des nerfs et qui constituent la réaction de dégénérescence.

Marie et Cluzet (3) trouvent que, chez l'homme, les muscles sont inexcitables trois heures après la mort. Comme Babinski, les auteurs ont obtenu des contractions lentes avec prédominance du pôle positif sur le pôle négatif, abolition de l'excitabilité faradique.

Il serait superflu d'insister sur la persistance, dans ces cas, de la contraction propre au sarcoplasme.

Dans les pages qui précèdent, nous n'avons envisagé, comme signes de dégénérescence, que la persistance de l'excitabilité galvanique des

(1) J. IOTEYKO. — *Recherches sur la fatigue névro-musculaire et sur l'excitabilité électrique des muscles et des nerfs.* (*Annales de la Société royale des sciences médicales et naturelles de Bruxelles*, 1900, vol. IX)

(2) J. BABINSKI. — *De la contractilité électrique des muscles après la mort.* (*Comptes rendus de la Société de biologie*, 29 avril 1899).

(3) MARIE et CLUZET. — *De la contractilité des muscles après la mort* (*Comptes rendus de la Société de biologie*, 1899, p. 411) et *Sur les r actions électriques des nerfs après la mort.* (*Ibid.*, p. 1004).

muscles avec perte de leur excitabilité faradique, ainsi que la lenteur de la secousse. Ce sont, en effet, les syndromes les plus caractéristiques de cette réaction.

Mais on pourrait nous demander quelle est l'explication que nous donnons à l'inversion de la formule, c'est-à-dire au renversement de la polarité qui s'observe assez souvent sur les muscles dégénérés.

La loi des actions polaires, découverte simultanément par Chauveau (1) et par Pflüger (2) en 1859, peut s'énoncer ainsi : *L'excitation est produite par la fermeture du courant à la cathode et par l'ouverture du courant à l'anode.*

Or, des effets opposés s'observent sur les muscles mis en état de dégénérescence (inversion de la formule). Nous n'avons pas fait de recherches spéciales à ce sujet, car, dans nos expériences, nous avons toujours recouru jusqu'à présent à l'excitation bipolaire. Mais nous savons que l'inversion de la formule a beaucoup perdu de la valeur que lui donnait Erb.

Même pour certains auteurs (May, Wiener), le renversement des actions polaires n'est qu'apparent (3).

Il nous est pourtant impossible de ne pas tenir compte du renversement de la formule, car elle accompagne d'habitude les autres symptômes de la dégénérescence des muscles, et ceci ne peut être une simple coïncidence.

Fait curieux, l'inversion de la formule, à l'instar des autres symptômes caractérisant la D. R., ne se rencontre pas non plus exclusivement dans les états de dégénérescence. Pour les muscles striés, oui, on ne l'a jamais observée en dehors de cet état (dégénérescence proprement dite et dégénérescence expérimentale par injection de poisons). Mais *les muscles lisses* présentent à l'état normal une inversion très caractérisée de la loi des actions polaires et paraissent faire exception aux lois générales. Il est vrai que certains auteurs (Biedermann, Engelmann) considèrent l'anomalie comme apparente.

On peut se demander, en fin de compte, comment se comporte le protoplasme non différencié à l'égard des actions polaires ? La question présente une énorme importance à notre point de vue, qui est celui de séparer la physiologie du sarcoplasme de la physiologie de la substance striée.

(1) CHAUVEAU. — *Théorie des effets physiologiques de l'électricité* (*Journal de la physiologie*, 1859, p. 60).

(2) PFLUGER. — *Untersuchungen über die Physiologie des Electrotonus*, 1859.

(3) Voir à ce sujet : J. CLUZET. — *Sur l'explication du renversement des actions polaires dans les syndromes de dégénérescence* (*Annales d'électrobiologie*, N° 3, 1903).

Voici les renseignements fournis par Mendelssohn à ce propos dans son article *Électrotonus* du *Dictionnaire de physiologie* (1) : « Verworn conclut que, contrairement à ce qui se passe dans le nerf et dans le muscle, l'excitation du protoplasma non différencié a lieu à la fermeture de l'anode et non pas à celle de la cathode. Le fait de l'excitation anodique du protoplasma non différencié présente donc une exception frappante à la loi de Pflüger et trouve sa confirmation dans les recherches de Verworn et de Ludloff, faites sur l'excitation électrique des infusoires. Le *Paramaecium* est excité à l'anode ; l'émission et la projection des Trichocystes, que Verworn considère comme un phénomène d'excitation, s'effectuent toujours du côté de l'anode ; c'est aussi de ce côté que se produisent les transformations du corps de l'animal sous l'action du courant, et c'est encore dans la partie anodique que les cils des Paramécies se recourbent en arrière pour prendre une position favorable à la propulsion du corps en avant Tous les phénomènes d'excitation se produisent à l'anode. L'excitation anodique serait donc, d'après Verworn, un fait général chez les êtres unicellulaires, chez lesquels l'action du courant galvanique ne se conformerait pas à la formule fondamentale de la loi de Pflüger. »

Ainsi, le protoplasme non différencié présente à l'état normal l'inversion de la formule, qui caractérise l'excitabilité des muscles striés mis en état de dégénérescence, c'est-à-dire revenus à un état embryonnaire, protoplasmatique. Il est vrai que les faits relatés par Verworn ont été combattus par Schenck. Cependant, si nous les tenons pour exacts, nous pouvons éclairer d'un jour tout nouveau les faits de l'électrotonus. Nous voyons que :

1° Le protoplasme non différencié, dépourvu normalement de nerfs et de fibres musculaires, présente l'inversion de la formule, c'est-à-dire la prédominance de la contraction anodique à la fermeture du courant galvanique ;

2° Les muscles lisses, bien que contenant des filets nerveux et des fibres musculaires, mais étant très riches en sarcoplasme, présentent normalement l'inversion de la formule ;

3° Les muscles striés, mis en état de dégénérescence par section du nerf, ayant perdu leur striation et étant devenus très riches en sarcoplasme, présentent l'inversion de la formule ;

4° Seuls les muscles striés normaux, c'est-à-dire très pauvres en sarcoplasme, mais extrêmement riches en fibrilles, suivent la loi des actions polaires de Pflüger et de Chauveau, c'est-à-dire que chez eux l'excitation est produite par la fermeture du courant à la cathode.

(1) Tome V, 1902, p. 431-432.

Ces faits permettent d'énoncer la loi suivante :

Les actions polaires sont une caractéristique de l'excitabilité des différentes substances contractiles. L'excitation est produite par la fermeture du courant à la cathode pour la substance fibrillaire anisotrope; l'excitation est produite par la fermeture du courant à l'anode pour le protoplasme (plasma des rhizopodes, sarcoplasma des muscles).

Il existe donc une sorte d'antagonisme entre le protoplasme non différencié et le protoplasme différencié; chez le premier, l'excitation est anodique (fermeture); chez le second, l'excitation est cathodique (fermeture).

Nous croyons aussi que ces considérations permettront d'expliquer bien des cas aberrants d'excitabilité. Il serait intéressant d'examiner à ce point de vue les muscles rouges.

L'inversion de la formule observée par Cluzet dans les états de dégénérescence expérimentale (poisons) et par Babinski après la mort générale s'explique aussi facilement. Les poisons détruisent la substance anisotrope et excitent, au contraire, les sarcoplasmes. Après la mort, c'est la survivance du sarcoplasme qui décide du tableau de l'excitabilité.

Dans tout ce qui vient d'être dit, nous n'avons parlé que des muscles et non des nerfs, et nous avions en vue les symptômes de la dégénérescence traumatique, c'est-à-dire occasionnée par la section des nerfs. C'est dans ces cas, en effet, que les symptômes de la D. R , sont les plus complets. Mais comme ce syndrome se rencontre aussi dans beaucoup d'états pathologiques causés par des altérations des nerfs ou des muscles, il serait très intéressant de rechercher si, dans ces modalités pathologiques, il existe un rapport constant entre la réaction de dégénérescence et la structure du muscle. Nous avons démontré un fait très général et qu'on peut exprimer ainsi : toutes les fois que l'excitant vient atteindre un contenu protoplasmique (protoplasme non différencié, sarcoplasme), nous obtenons les effets caractéristiques de la réaction de dégénérescence. Il faudrait maintenant prouver que toute réaction de dégénérescence est liée à un contenu sarcoplasmatique. Mais, dans cette appréciation, il ne faut pas se baser sur l'inversion de la formule pour diagnostiquer la réaction de dégénérescence; ses signes les plus importants sont constitués par la perte de l'excitabilité faradique des muscles avec conservation de l'excitabilité galvanique et par la lenteur de la secousse.

Cette étude serait incomplète sans un court aperçu sur les modifications de l'excitabilité des troncs nerveux dans la réaction de dégénérescence. Subissent-ils des modifications quantitatives seulement, qui les mènent tout simplement vers l'inconductibilité complète, ou bien subissent-ils en même temps des modifications qualitatives d'excitabilité ?

Il est certain qu'un certain nombre de réactions purement musculaires s'obtiennent tout aussi bien en excitant le nerf, sans qu'il soit nécessaire de faire intervenir une action sur le tronc nerveux. Ainsi, par exemple, si, sous l'influence d'un poison, nous obtenons l'excitation du sarcoplasme et, partant, le prolongement de la secousse, l'effet sera le même, tant à l'excitation du nerf qu'à l'excitation directe du muscle, car c'est toujours dans les deux cas le sarcoplasme qui est excité et qui se contracte. L'unique condition requise, c'est la conductibilité du nerf.

Un certain nombre de preuves montrent aussi que la perte d'excitabilité survenant dans un nerf sectionné s'établit graduellement, aussi bien pour les courants faradiques que pour les courants galvaniques. Il n'y aurait donc pas ici de différences qualitatives ou, du moins, les différences qualitatives perdraient leur effet avant que l'excitation ne parvienne jusqu'au muscle.

En physiologie, on ne s'est pas beaucoup occupé des effets qualitatifs des excitations sur le nerf. On admet seulement que le nerf est plus excitable que le tissu musculaire au courant faradique, de façon que, pour une excitation pas très forte du muscle, la réponse est indirecte et non directe, car nous avons excité les filets nerveux se trouvant dans le muscle et non pas le tissu musculaire même. Le nerf étant excité, l'onde nerveuse vient frapper le muscle, et l'on admet que, quel que soit l'excitant primitif, l'excitation transformée est toujours la même et ne diffère que quantitativement.

Comme dans la dégénérescence neuro-musculaire, la destruction porte aussi bien sur les muscles que sur le tronc nerveux, il est du plus haut intérêt de connaître la valeur de chacune de ces deux influences. La part prise par l'élément musculaire est importante et de toute évidence, car après la dégénérescence des filets nerveux, le tronc nerveux devient inconductible et toutes les réactions portent sur le muscle seul. Mais ceci n'exclut pas, pour le nerf, de présenter des modifications qualitatives d'excitabilité pendant le processus même de dégénérescence.

La question peut être posée de la façon suivante : pendant le processus de la dégénérescence et avant d'arriver à l'inconductibilité complète, le nerf présente-t-il des modifications qualitatives d'excitabilité à côté des modifications quantitatives ? Bien qu'une réponse catégorique nous paraisse impossible, tout porte à croire que le nerf, lui aussi, subit des modifications qualitatives de l'excitabilité. Ainsi, Abelous et Cluzet (1)

(1) ABELOUS et CLUZET. — *Sur quelques conditions déterminant des modifications qualitatives dans les réactions électriques du nerf sciatique de grenouille.* (*Comptes rendus de la Société de biologie*, 1900, p. 545).



ont observé l'inversion immédiate après la section des nerfs, avec conservation de l'excitation normale du gastrocnémien. En badigeonnant de cocaïne la partie supérieure du nerf, ils observèrent l'inversion en excitant la partie inférieure. Mais il ne faut pas perdre de vue que, si l'inversion à l'excitation des muscles est très fréquente et fait partie du syndrome de dégénérescence, l'inversion s'observe très rarement sur les troncs nerveux en électrodiagnostic. D'ailleurs, l'inversion sur les nerfs s'explique facilement par les oscillations de l'excitabilité des segments nerveux avoisinant la section (Cluzet).

Citons aussi ce fait intéressant, que les nerfs présentant les syndromes de dégénérescence, satisfont, d'après Cluzet, à la loi d'excitabilité de Weiss, établie pour les nerfs normaux : au seuil de l'excitation, la quantité d'électricité Q et la durée de l'excitation t sont liées par la formule $Q = at\ bt$ (a et b étant des coefficients numériques).

Mais on observe en outre que, dans les cas où les syndromes comprennent l'inversion de la formule avec hyperexcitabilité, les coefficients a et b sont plus petits qu'à l'état normal et possèdent leur valeur minima lorsque l'électrode active est positive. Dans les cas de la curarisation où le syndrome comprend l'inversion de la formule avec hypoexcitabilité, on observe au contraire que les coefficients a et b sont plus grands qu'à l'état normal en possédant toujours leur valeur minima lorsque l'électrode active est positive (1)

Dans sa séance de juillet-août 1904, la *Société française d'Electrothérapie et de Radiologie* (2) a admis ma théorie sur le mécanisme de la réaction de dégénérescence des muscles. « Pour notre part, écrivent MM. Laquerrière et Delherm, dans le *Bulletin* de cette société, nous ne demandons qu'à y souscrire pleinement (à cette théorie); car depuis longtemps, sans être des physiologistes de profession et sans avoir étudié la question avec tous les détails qu'elle comporte, nous avions été frappés par certaines analogies entre la fibre lisse et la fibre striée dégénérée, au cours de nos recherches sur la contractilité électrique de la fibre lisse et plus particulièrement de la fibre intestinale, recherches que nous avons communiquées à la Société et qui ont été publiées en détail dans le journal du professeur Doumer.

« Déjà à ce moment nous avions l'intention d'attirer l'attention sur la lenteur de la contraction et sur la prédominance d'action du pôle

(1) J. CLUZET. — *Sur la loi d'excitation des nerfs présentant des syndromes de dégénérescence* (*Comptes rendus de la Société de biologie*, 1902, p. 70).

(2) LAQUERRIÈRE & DELHERM. — Remarque au sujet de la théorie de Mlle Ioteyko sur le mécanisme de la R. D., *Bulletin officiel de la Société française d'Electrothérapie et de Radiologie*, juillet-août 1904.

positif qui nous amèneraient à penser que, par suite de modifications que nous n'expliquions pas, le muscle en état de dégénérescence devenait semblable au muscle lisse.

» Mais une objection se dressa immédiatement, et c'est cette objection que nous voulons faire à la très séduisante théorie du physiologiste belge : l'excitation de la fibre lisse, — au moins avec les instruments dont nous disposions, car nos recherches ayant un but surtout thérapeutique, nous n'utilisions que les appareils médicaux, – l'excitation de la fibre lisse ne parait pas du tout résulter de l'état *variable* du courant. Nous croyons, et nous l'avons écrit formellement, que c'est au contraire la *période d'état du courant* qui agit et que l'excitation est la même pour un même nombre de milliampères, qu'on arrive à cette intensité brusquement ou aussi progressivement qu'il est possible.

» D'ailleurs, quand elle parle au nom de son expérience personnelle, M[lle] Ioteyko semble absolument de notre avis puisqu'elle écrit : *Il* (*le sarcoplasme*) *n'est excitable que par le passage permanent du courant voltaïque.*

Ce que nous avons considéré autrefois comme une hypothèse trop vague pour être émise, nous la trouvons aujourd'hui transformée en une théorie qui s'appuie sur les arguments très nombreux et des plus sérieux grâce à M[lle] Ioteyko. Pour conclure, nous dirons, histologiquement comme physiologiquement, le muscle dégénéré se rapproche du muscle lisse et ses réactions électriques sont, cela paraît extrêmement probable après les savants travaux de M[lle] Ioteyko, des réactions sarcoplasmatiques. Seulement nous ajouterons : jusqu'à plus ample informé, l'assimilation complète n'est pas possible et les réactions du sarcoplasme des muscles dégénérés diffèrent de celles de la fibre lisse par l'absence de réaction sous l'influence de l'état constant du courant continu »

M. Oudin fait remarquer qu'il n'y a pas de courant continu constant à l'état pur : il faut toujours qu'il y ait une période de terminaison, de sorte que peut-être ce n'est qu'une question de nuance sans qu'il y ait une différence essentielle.

M. Courtade rappelle que le muscle strié dégénéré a un nerf malade ou n'a plus de nerf du tout ; le muscle lisse sur lequel ont expérimenté les auteurs possède son innervation Ne pourrait-on proposer l'explication suivante : la réaction du muscle strié dégénéré est une réaction pure et simple du sarcoplasme, la réaction du muscle lisse est la réaction du sarcoplasme, mais présentant des caractères plus particuliers en raison de l'intervention d'éléments nerveux.

M. Laquerrière est d'accord qu'il est évidemment impossible d'avoir un courant qui ne commence pas : mais qu'elle que soit la lenteur de

l'élévation d'intensité, la fibre lisse réagit toujours, la fibre striée dégénérée a toujours besoin d'une certaine rapidité dans le changement d'état. Mais, d'autre part « il trouve provisoirement, jusqu'à ce que les physiologistes aient étudié les réactions des muscles lisses privés de leurs nerfs, l'hypothèse de M. Courtade, séduisante, car elle détruit la légère objection que nous faisions à la théorie, si bien établie sur tous les autres points, de notre savant confrère de Bruxelles. »

XII. — La contracture physiologique et la contracture pathologique. La contraction idio-musculaire, la maladie de Thomsen.

La *contracture* dite *physiologique* ou de *Tiegel* n'est qu'une exception apparente à la loi de l'excitabilité générale du sarcoplasme. Il est vrai que, dans la contracture physiologique, la contraction durable (sarcoplasmatique) apparait sous l'influence de simples chocs d'induction. Mais Schiff avait déjà démontré que la contracture des grenouilles de printemps est un état maladif, dû probablement à l'excitation chimique des muscles par les produits de la désassimilation musculaire Ce trouble n'apparait en effet que chez les grenouilles atteintes des troubles de la nutrition après le jeûne hivernal. L'excitant de la contracture de Tiegel serait donc les produits toxiques engendrés par l'organisme, lesquels joueraient en quelque sorte le même rôle que la vératrine, en portant au plus haut point l'excitabilité du sarcoplasme qui réagirait alors, même pour l'excitation induite.

Il faut distinguer rigoureusement la contracture de Tiegel de la contracture dite *de fatigue*, qui se produit normalement vers la fin de la courbe de fatigue. Elle est due à l'allongement de la secousse sous l'influence de la fatigue, et nous croyons qu'elle aussi est une réaction du sarcoplasme qui réagit lorsque les produits toxiques de la fatigue se sont accumulés en quantité suffisante. La contracture de fatigue serait la réaction normale du sarcoplasme, qui s'établirait automatiquement dans la courbe, tandis que la contracture de Tiegel, qui apparait au commencement de la courbe, serait la même réaction, mais en quelque sorte pathologique, car elle dénoterait la préexistence dans le muscle de produits toxiques.

Le sarcoplasme est donc normalement très peu excitable par les ondes faradiques isolées, mais il devient excitable par le courant tétanisant, grâce à l'entrée en jeu des phènomènes *d'addition latente*. Il devient même un peu excitable sous l'influence des ondes périodiques non tétanisantes.

C'est ainsi qu'il est possible à l'heure actuelle de donner l'explication

du singulier phénomène, dit de *l'escalier*, qui paraît paradoxal; car l'excitation maximale ne produit pas le maximum d'effet quand elle agit pour la première fois, mais seulement quand elle se suit à intervalles régulières. Or, le maximum d'effet n'est obtenu que par l'addition latente des excitations. et ces phénomènes se passent dans le sarcoplasme, comme le démontre le fait que, déjà pendant l'escalier, la durée de la secousse est allongée. Cet allongement précoce de la secousse ne doit plus être considéré comme un signe de fatigue, car cette persistance des effets de l'excitation permet au muscle d'acquérir son maximum de raccourcissement.

Mais cet effet utile est rendu surtout apparent dans le tétanos, où, grâce à la fusion des secousses élémentaires, il y a élévation considérable de la courbe, avec grande force de raccourcissement.

L'importance de l'addition des secousses dans l'acte musculaire apparaît ici dans toute sa netteté. Le tonus, entretenu dans le sarcoplasme, même à l'état de repos, par des innervations subminimales et continues et probablement aussi par l'action des poisons physiologiques, augmente considérablement au moment même de la contraction; il favorise au plus haut point le phénomène de raccourcissement et en constitue un des actes préparatoires. Dans la contracture vératrinique, par exemple, et aussi dans la contracture normale des muscles rouges, le poids peut être soulevé à une très grande hauteur, car il ne retombe pas chaque fois jusqu'à l'abscisse Le tonus fait ici office d'un vrai collecteur de travail.

Il est reconnu que, dans les conditions physiologiques, la toxicité des organes est entretenue par des excitations minimales, mais continues, envoyées aux muscles par le système nerveux. Elles maintiennent la substance sarcoplasmatique dans un état de contraction permanente, car cette substance réagit à une action continue, même quand celle-ci est modérée Par contre, la substance anisotrope, plus différenciée, n'est pas excitée par ces actions continues, car elle demande, pour réagir, une variation plus brusque de potentiel nerveux. Mais tout mouvement volontaire étant un tétanos, il met en jeu les deux substances contractiles du muscle et aussi les disques élastiques de la fibrille; le rôle de la substance sarcoplasmatique (conjointement avec celui des disques clairs ou élastiques de la fibrille) est ici de fusionner les secousses simples par un allongement de la contraction.

Il paraît utile, avant d'aller plus loin, de rappeler la distinction qui existe entre la secousse élémentaire et le tétanos.

On distingue, en physiologie, la contraction brève de la contraction prolongée: la première étant la secousse élémentaire, la seconde étant le tétanos. Lorsqu'on excite par une décharge électrique le nerf ou le

muscle, on provoque dans le muscle un mouvement convulsif d'une grande brièveté, appelé *secousse élémentaire (Zuckung)*. Mais si l'on excite le muscle par des décharges très fréquentes, on obtient la fusion des secousses élémentaires, en une contraction prolongée, qui est le *tétanos artificiel*. De même les contractions volontaires ne sont autre chose qu'une série de séances fusionnées par la rapidité même de leur succession. Tout mouvement volontaire, même de très courte durée, est toujours de nature tétanique *(tétanos volontaire)*.

« La secousse n'est que l'acte élémentaire de la fonction du muscle, dit Marey *(La Machine animale*, 1891, p 44); elle y joue, en quelque sorte, le même rôle qu'une vibration sonore dans le phénomène complexe qui constitue le son. Lorsque la volonté commande une contraction musculaire, le nerf provoque, dans le muscle, une série de secousses assez rapprochées les unes des autres pour que la première n'ait pas le temps de s'accomplir avant qu'une autre ne commence. De sorte que ces mouvements élémentaires s'ajoutent et se fusionnent pour produire la contraction. Helmholtz a vu que, dans le tétanos, le muscle vibre encore dans l'intimité de son tissu, car l'oreille appliquée sur le muscle entend un son dont l'acuité est exactement déterminée par le nombre des excitations électriques envoyées au muscle en une seconde (bruit rotatoire) ». Marey a pu, au moyen d'un myographe très sensible, rendre visibles ces vibrations dans les muscles soumis aux excitations électriques tétanisantes.

La nature oscillatoire du tétanos est encore démontrée par le téléphone, et, surtout, au moyen du tétanos induit dans la partie galvanoscopique, etc.

Il est donc certain que le tétanos se distingue de la secousse élémentaire, non seulement par sa plus longue durée, mais aussi par son caractère oscillatoire, discontinu.

Le son musculaire est l'indice de la fusion des secousses élémentaires qui entrent dans la constitution du tétanos volontaire, sa hauteur est déterminée par le nombre des secousses dans l'unité de temps, et partant, par le nombre d'excitations venues des centres nerveux.

La contraction tétanique, discontinue, est-elle l'unique expression de l'activité musculaire? C'est à la suite de travaux récents qu'il a été possible d'établir qu'il existe encore un autre type de contraction prolongée, mais non discontinue.

Dans ma conférence faite, il y a deux ans, à la *Société belge de Neurologie* (1), je disais à ce propos :

(1) I. IOTEYKO. — *La Dualité fonctionnelle du muscle.* (Conférence faite à la *Société belge de Neurologie*, dans la séance du 28 mai 1904).

« Nous voyons qu'il existe, dans l'organisme, deux espèces de contraction : la première est la contraction *tétanique*, formée de la fusion des secousses élémentaires ; elle produit des transformations chimiques intenses, un dégagement important de chaleur, un grand travail mécanique; cette contraction s'accompagne donc d'une dépense considérable et ne peut être soutenue très longtemps : la fatigue survient assez rapidement Elle a pour substratum la substance fibrillaire anisotrope des muscles. Tous nos mouvements volontaires, même de très courte durée, sont des tétanos; les centres nerveux envoient des excitations discontinues, qui produisent la fusion des secousses élémentaires.

» A côté de la contraction tétanique, il existe la contraction *tonique*. C'est une contraction durable, localisée dans le sarcoplasme, et qu'on peut, à juste titre, appeler contraction *économique*. En raison des phénomènes de vitalité obscure qui se passent dans le sarcoplasme, sa contraction ne s'accompagne pas de transformations chimiques importantes et peut être soutenue très longtemps. On peut même dire qu'elle est infatigable ».

Tout le domaine des muscles involontaires appartient à la contraction tonique (muscles lisses de l'intestin, sphincters, parois des vaisseaux, etc). Mais les muscles volontaires eux-mêmes présentent des manifestations de la tonicité. Les muscles rouges sont des muscles striés, mais, étant très riches en sarcoplasme, ils se rapprochent par leur fonctionnement des muscles lisses.

La contraction du sarcoplasme intervient aussi dans la tonicité des muscles striés pâles.

D'autre part, les deux substances contractiles ne réagissent pas indistinctement à tous les modes d'excitations En nous basant sur les différences observées à cet égard entre l'action du courant faradique et celle du courant galvanique, nous pouvons admettre que, normalement, la substance fibrillaire anisotrope se contracte sous l'influence des excitations brusques et discontinues venues des centres nerveux . ce que démontre d'ailleurs l'observation Par la substance sarcoplasmatique il faut admettre des innervations continues.

Ces considérations peuvent jeter, en outre, quelque lumière sur les phénomènes pathologiques de la contraction, tels, par exemple, que l'*atonie musculaire*, observée dans la neurasthénie, et qui serait due à un manque d'excitation de la substance sarcoplasmatique.

Un phénomène du plus haut intérêt et qui rentre dans la catégorie des contractions toniques, c'est la *contracture* dite *pathologique*. La contracture des hystériques n'est pas une contraction musculaire ordinaire. Elle présente deux particularités tout à fait uniques : *elle ne*

s'accompagne pas de la sensation de fatigue, bien que, dans certains cas, elle puisse persister pendant plusieurs mois, et la *température du muscle contracturé ne s'élève pas.* Brissaud et Regnard ont montré, au moyen d'aiguilles thermo-électriques, que les muscles contracturés ont la même température que les muscles sains non contractés. Il semblerait donc que le muscle contracturé échappe aux lois de la thermo-dynamique.

La contracture des hystériques est due à un excès d'excitation tonique (sarcoplasmatique) de certains groupes musculaires. C'est la seule interprétation qui rende possible, à l'heure actuelle, la compréhension de la contracture comme phénomène de contraction musculaire. On sait aussi que la contracture hystérique n'est jamais complète, c'est-à-dire que, soit par l'action de la volonté, soit par l'électricité, on parvient à produire des contractions du membre contracturé. La contraction tonique du sarcoplasme des muscles striés peut donc, dans certains cas d'excitation pathologique, produire des phénomènes moteurs assez appréciables pour tenir contracté un membre ou un groupe musculaire.

Ces données nous permettront de saisir tout l'intérêt qui s'attache au travail de Link (1) et d'en donner l'interprétation Cet auteur a eu l'idée d'ausculter le muscle pour en étudier le son ou bruit rotatif dans les diverses affections du système musculaire et nerveux (2). Voici les résultats principaux :

En employant le stéthoscope ou mieux le phonendoscope, on entend, en plaçant cet instrument sur un muscle en contraction volontaire, un son correspondant à 22 ou 24 vibrations à la seconde et à hauteur toujours égale et grave. La tension musculaire est-elle plus orte, le son est plus intense ; il en est de même sur les muscles épais. Ce son n'a rien à faire avec le glissement des fibres musculaires sur leurs enveloppes ; il est indépendant du mouvement du sang.

Dans les paralysies flasques complètes, on n'entend, au niveau des muscles atteints, absolument rien quand on invite les malades à faire des monvements. Dans les paralysies flasques incomplètes, le son musculaire est simplement un peu plus faible que du côté sain ou chez un individu bien portant. Dans les fièvres, l'anémie, la chlorose, le son est assez léger à cause de la faible énergie de la contraction.

On entend le son musculaire dans la paralysie agitante, dans

(1) R. Link. — *Klinische Untersuchungen über den Muskelton* (*Neurologischen Centralblatt*, XXIV, 1905, p 50).

(2) L'auteur est l'un des premiers à étudier en clinique le son musculaire Ses prédécesseurs en la matière sont : Herz (*Centralbl. für unrere Medizin, 1901*, p 11) qui étudia le son musculaire dans un cas de maladie de Thomsen, et Sicuriaux qui fit une étude semblable dans un cas de crampes cloniques avec contractions fibrillaires.

l'athétose, ainsi que dans le tremblement sénile, hystérique et alcoolique. Dans le tétanos traumatique, l'hypertension du gastrocnémien, par exemple, s'est traduite par un son intense.

Les muscles raccourcis, par suite d'un trouble nutritif, ne donnent pas de son. Un cas de contracture hystérique, toute récente du bras et de la jambe, a fourni un son musculaire très net.

Par contre, la contracture tardive des muscles hémiplégiques ou en état de paralysie infantile cérébrale, n'a pas fourni de son; celui-ci est instantanément apparu quand les patients ont réussi à exécuter un mouvement volontaire.

En ce qui concerne les réactions électriques, le muscle normal, excité directement ou indirectement par des ondes faradiques, laisse entendre un son très intense dont la hauteur varie selon le nombre des interruptions de l'appareil.

Les muscles affectés de réaction dégénérative partielle fournissent un son, pourvu qu'un mouvement musculaire soit possible. L'excitation faradique du muscle, qui ne réagit point, ne fournit pas de son. Sa convulsion lente, consécutive à l'excitation galvanique d'un muscle qui présente la réaction dégénérative, reste silencieuse.

Est-il nécessaire d'insister que les faits, rapportés par Link, cadrent on ne peut mieux avec l'explication que j'ai donnée de la contracture et du mécanisme physiologique de la dégénérescence? (1). Nous avons affaire, suivant les cas, soit à la contraction anisotrope, qui est discontinue et produit le son musculaire, soit à la contraction sarcoplasmatique qui est continue et silencieuse. La réaction de dégénérescence est particulièrement instructive à cet égard, car les modifications morphologiques marchent de pair avec les modifications physiologiques de la contraction, et aux signes déjà connus on peut joindre maintenant un nouveau signe : l'absence de bruit musculaire lors de la contraction galvanique du muscle dégénéré. Ce sont les caractères de la contraction sarcoplasmatique.

Link ne connaît probablement pas les travaux sur la contraction sarcoplasmatique et il n'interprète pas ses propres expériences. Il émet pourtant une hypothèse qui me paraît très intéressante, car elle ouvre des aperçus nouveaux. Le mécanisme de l'innervation volontaire, d'origine cérébrale et oscillante, se distinguerait-il de celui de l'innervation involontaire émané des centres inférieures des cornes antérieures de la moelle en état d'excitation? Le silence, au niveau des muscles contracturés, serait en faveur d'une différence entre les *deux espèces d'inner-*

(1) I. Ioteyko. — A propos de récents travaux sur l'auscultation du muscle (*Journal de Neurologie*, juin 1906).

vation: rapprochons en l'absence de son dans les cas de réflexes profonds, faits constatés par Link.

La théorie de la dualité fonctionnelle du muscle suffit certainement pour expliquer à elle seule les faits constatés par Link. Mais son hypothèse permettrait de faire encore un pas en avant dans la question qui nous préoccupe. Car il ne serait pas impossible de supposer, en effet, que les deux espèces d'innervation, l'une discontinue et agissant sur la partie fibrillaire anisotrope de la cellule musculaire, et l'autre continue et agissant sur le sarcoplasme, émanent des centres différents. Si, en effet, on prend en considération, que les phénomènes de tonicité musculaire sont peu apparents (à l'état normal) dans les muscles striés volontaires, pauvres en sarcoplasme, et qu'ils acquièrent leur plus haut développement dans les muscles lisses involontaires, riches en sarcoplasme, on ne peut s'empêcher de songer à l'innervation corticale dans le premier cas et à l'innervation sous-corticale dans le second. L'innervation discontinue serait l'apanage des centres corticaux, l'innervation continue serait due à l'action des centres moteurs inférieurs ou médullaires. Bien que schématique, ce point de vue mérite d'être examiné attentivement et soumis au contrôle des faits.

Le Dr Léopold Lévi (1), en se basant sur mes travaux, trouve une analogie complète entre la *maladie de Thomsen* et l'exaltation chimique de la fonction sarcoplasmatique. L'idée première appartient à Schiff, qui considérait que les grenouilles, présentant le phénomène de contracture, étaient atteintes de la maladie de Thomsen. Seulement, du temps de Schiff, la contraction sarcoplasmatique portait le nom de contraction « idio-musculaire » (bien que l'analogie ne soit pas complète, ainsi que nous le verrons dans un instant). Comment expliquer, se demande le Dr Lévi, que dans certains cas on peut observer la maladie de Thomsen sans lésions musculaires? « Les recherches de Ioteyko en permettent encore l'interprétation. Ce physiologiste a mis, en effet, en lumière que, sous l'influence d'un grand nombre de poisons, tels que la vératrine, l'ammoniaque, les sels de soude et de potasse, l'excitabilité sarcoplasmatique est considérablement augmentée. Fait important : les poisons autogènes, poisons physiologiques, sont susceptibles également de donner lieu à un hyperfonctionnement sarcoplasmatique; Mlle Ioteyko l'a démontré pour l'adrénaline et quelques autres produits glandulaires. Ces substances sont de véritables *sensibilisatrices* (Ioteyko) dont le rôle est d'augmenter la réceptivité du muscle au stimulus nerveux ».

(1) L. Lévi. — *Maladie de Thomsen et sarcoplasma* (*Revue Neurologique*, No 15, 1905).



En dernier lieu, il est nécessaire d'examiner s'il existe une identité complète entre la contraction tonique, telle que nous venons de la décrire, et la *contraction idio-musculaire de Schiff*. L'identité n'est pas complète, et voici en quoi consiste la différence :

La contraction tonique est très lente, l'onde musculaire qui la parcourt se propageant avec grande lenteur. Or, la contraction idio-musculaire de Schiff se caractérise par l'absence complète de propagation de l'onde musculaire. Elle se présente comme une saillie locale de l'endroit excité. Le myographe simple est incapable de révéler cette différence, les deux contractions donnant un graphique identique; il faut, pour l'étudier, recourir aux pinces myographiques de Marey.

Mais il n'existe qu'une différence de degré entre la contraction tonique et la contraction idio-musculaire. Il faut distinguer, dans le muscle, trois pouvoirs fonctionnels : l'*excitabilité*, la *conductibilité* et la *contractilité*. Engelmann a donné le nom de *bathmotropes* (seuil) aux influences modifiant l'excitabilité; le nom de *dromotropes*, aux influences qui modifient la conductibilité, et celui d'*inotropes*, aux influences qui modifient la contractilité. L'indépendance relative du pouvoir conducteur est incontestable; l'existence de la contraction idio-musculaire en est la preuve. Ainsi, par suite de l'arrêt de la circulation, de la fatigue, la conductibilité peut descendre à zéro dans les fibres musculaires, alors que l'action directe d'un excitant éveille encore des contractions idio-musculaires énergiques, qui apparaissent comme une saillie au point excité, et n'ont aucune tendance à la propagation. On peut donc dire que l'anémie et la fatigue modifient surtout le pouvoir dromotrope, et que les autres pouvoirs sont ici plus résistants.

Mais la contraction idio-musculaire ne s'établit pas d'emblée; l'absence de propagation est précédée par un ralentissement croissant de l'onde musculaire.

La contraction tonique est donc la contraction sarcoplasmatique normale, se distinguant par une grande lenteur de propagation de l'onde musculaire. La contraction idio-musculaire est, selon nous, la contraction du sarcoplasme anémié, fatigué ou mourant, et elle se distingue par l'absence complète de propagation de l'onde musculaire.

La contraction idio-musculaire est, en effet, le dernier phénomène de la survie des muscles, et elle est suivie immédiatement de la rigidité cadavérique. Et, comme d'autre part, elle se produit aussi durant la vie générale, dans toutes les circonstances qui affaiblissent les nerfs, il est très probable, ainsi que l'admettent Schiff, Hermann et Nundt, que la contraction idio-musculaire est réellement produite par l'excitation directe de la substance musculaire (nous dirons : du sarcoplasme) et

qu'elle est une preuve certaine de cette excitabilité directe. Pour admettre cette opinion, il n'est nullement nécessaire d'être partisan de la théorie de l'excitabilité de Schiff. Mais la contraction idio-musculaire, au point de vue étymologique du mot, conserve tous ses droits, et elle ne se confond pas avec la contraction tonique.

Dans une longue série de travaux, Klippel (1) a démontré que les maladies chroniques entraînent, du côté des muscles et des centres nerveux, tout un ensemble de modifications réactionnelles. L'auteur a appelé « réaction de débilité neuro-musculaire » l'ensemble de ces signes, parmi lesquels il faut placer le *myoïdème pathologique* (hyperexcitabilité mécanique), l'*exagération des réflexes* et la *diminution des réactions électriques*.

La myoïdème pathologique consiste dans l'apparition de la contraction idio-musculaire sous l'influence d'une percussion légère. Ces signes sont dus, d'après Klippel, à l'influence des toxines (plus particulièrement de celles du cancer et de la tuberculose) sur les centres nerveux et sur les muscles.

La contraction idio-musculaire apparaît dans ces observations dans toute sa netteté. Elle coïncide avec d'autres phénomènes d'excitation, et nous croyons pouvoir la rattacher à l'action directe des toxines sur le sarcoplasme. Telle serait l'origine de la contraction idio-musculaire qui se produit fréquemment dans les maladies, et, en dehors de l'état pathologique, dans certains cas de fatigue très prononcée, même chez les athlètes.

(1) KLIPPEL. — *La réaction de débilité neuro-musculaire*. (*Archives générales de Médecine*, 1903).



État actuel de la radiumthérapie.

Par M. **P. OUDIN**, de Paris.

Après les retentissantes découvertes de Becquerel et de Curie, quand on constata l'émission de rayons X par les corps radioactifs, quand on les vit provoquer la luminosité de l'écran au platino-cyanure de baryum, impressionner la plaque photographique, enfin produire chez les premiers expérimentateurs des altérations des téguments analogues à celles qu'amènent les rayons de Röntgen, on crut que leur action en médecine devait être identique à celle du tube à vide, que leur rôle se bornerait à n'être, comme on l'a dit, que celui d'une édition de poche de l'ampoule de Crookes.

Cette conception a jusqu'aujourd'hui régné presqu'exclusivement, et la grande majorité des actions thérapeutiques qu'on a cherché à réaliser avec le radium a porté sur des affections antérieurement traitées, avec succès, par les rayons X.

S'il en était ainsi, l'avenir de la radiumthérapie serait bien restreint, et une fois passée la curiosité scientifique des premières années, on ne manquerait pas de délaisser cette source de rayons X, si pauvre quand on la compare à l'ampoule de Crookes, et d'une valeur marchande si élevée. Son usage ne serait plus conservé que pour agir sur des régions profondes que les rayons X atteindraient difficilement sans dommage pour les organes superficiels ; ou bien, il faudrait, pour lui donner un renouveau, qu'on découvre un procédé produisant facilement, et à un prix abordable, les corps radio-actifs.

Or, cette identité qu'on avait cru voir entre l'émission des corps radioactifs et les rayons X, est loin d'exister, et je crois que les progrès de la radiumthérapie seront d'autant plus grands qu'elle s'éloignera davantage de la voie tracée par la radiothérapie, dont elle ne peut être qu'un succédané de valeur tout à fait inférieure.

Les rayons X, ébranlement de l'éther analogue à la lumière, produit par le choc des particules cathodiques sur l'anticathode, sont toujours semblables à eux mêmes. Ils sont plus ou moins abondants, mais leur aisceau est homogène. Leur degré de pénétration peut varier à l'infini, mais ils ne changent pas plus pour cela que ne change de l'eau lancée



en jet plus ou moins puissant. Leurs dérivés, rayons secondaires ou tertiaires, ont aussi des propriétés constantes

Rien, au contraire, n'est plus complexe que l'émission d'un corps radio-actif. La théorie de Rutherford, acceptée aujourd'hui par tous les physiciens, a éclairé d'une vive lumière l'histoire de ces radiations. Je crois qu'il est nécessaire à notre sujet de la résumer brièvement ici.

Les corps radio-actifs sont composés d'atomes instables dont les transformations successives sont les étapes d'un acheminement vers des formes de matière plus stables.

L'atome radium émet spontanément des corpuscules d'un volume relativement grand, au nombre de plusieurs millions par milligramme et par seconde. Ces corpuscules sont lancés avec une vitesse très grande, inférieure à celle de la lumière, et en raison de cette vitesse, de leur masse et de leur nombre, véhiculent une quantité d'énergie considérable, capable même de se transformer en chaleur. Ils sont chargés d'électricité positive et sont déviés par un champ magnétique. Ils ont un parcours libre très faible à cause de leur masse, sont arrêtés en grande partie par le moindre obstacle : feuille de papier, de mica, d'aluminum, et ne sont pas décelables dans l'air plus loin que quelques centimètres. Ce sont les rayons α.

L'atome de radium ainsi libéré de son centre d'attraction positif laisse alors échapper sous forme de rayons β des électrons négatifs qui n'ont, d'après Soddy, plus de masse matérielle, mais sont des centres d'énergie électrique tout à fait comparables aux rayons cathodiques. Ils sont moins nombreux que les corpuscules positifs, dans la proportion de 6 pour 10 environ ; sont lancés avec une vitesse plus grande, s'amortissent plus loin, traversent en plus grand nombre le verre, l'aluminium, le mica, et enfin, de même que les rayons cathodiques, par leur choc sur l'anti-cathode, donnent naissance à des rayons X, de même, eux-aussi, par leurs frottements contre l'atome radium, au moment où ils s'en libèrent, donnent naissance à un troisième ordre de rayons, rayons γ, analogues à des rayons X doués d'une vitesse et d'un pouvoir de pénétration énormes, ne portant plus de charge électrique, n'étant plus déviés par un champ magnétique et traversant des lames de plomb de plusieurs millimètres d'épaisseur. Leur faisceau est simple, comme celui des rayons X, tandis que celui des rayons β est complexe et peut être étalé comme un spectre par un champ magnétique, et qu'on a pu différencier, d'après leur masse et leur vitesse, jusqu'à 4 espèces de rayons α.

La partie du radium modifié ainsi par désintégration de ses atomes, se trouve alors transformée en un nouveau corps doué de propriétés très

différentes : c'est l'émanation, corps gazeux instable qui subit à son tour une désagrégation atomique comparable à celle du radium, émet comme lui des rayons α, β et γ, le résultat de cette nouvelle décomposition est tel que, en 4 jours, la moitié de l'émanation a disparu pour être remplacée en partie par de l'Hélium, gaz stable et forme fixe qui ne se modifiera plus, et en partie par un nouveau corps solide qui se dépose sur les objets environnants, leur communiquant ce qu'on a appelé une radioactivité induite : c'est le radium A qui se transforme à son tour en radium B, celui-ci en radium C, etc..., jusqu'au radium F, qui n'est autre que le Polonium. Enfin, il est loisible d'admettre, d'après les poids atomiques de ces différents radiums croissant suivant une loi régulière, que leurs transformations aboutiraient au plomb forme stable.

Les autres corps radioactifs; thorium, actinium, uranium, présentent les mêmes phénomènes.

D'après ce qui précède on voit combien, au point de vue physique, le radium et ses produits de décomposition sont différents des rayons X, qui ne sont pour ainsi dire qu'un accident daus l'histoire du radium. On comprend aussi que si on a exposé pendant un certain temps un organisme au rayonnement du radium, ce sera un peu comme si on avait injecté dans ses tissus une substance vivante, capable pendant longtemps de se transformer et d'évoluer spontanément.

Cette digression physique va nous permettre de mieux comprendre l'action anatomique et physiologique du radium, et les différences qui la séparent de celle des rayons X.

ANATOMIE ET PHYSIOLOGIE PATHOLOGIQUES

On sait que les rayons X ne sont pas bactéricides, ou qu'il ne le sont qu'à des doses tellement massives que tous les tissus seraient détruits en même temps que les microbes. Il n'en est plus de même avec le radium, qui est très nettement bactéricide, mais seulement par ses rayons α. Si on rencontre quelques divergences chez les auteurs qui se sont occupés de cette question, c'est parce que les colonies microbiennes ont été exposées trop loin de la source de radiation, ou que celle-ci était enfermée dans une enveloppe de verre ou de métal arrêtant les rayons α.

Aschkinass, Strebel ont été les premiers à constater ainsi l'atténuation de cultures de bacillus prodigiosus. Caspari n'a pas fait de recherches *in vitro*, mais a fait agir sur des bacilles tuberculeux introduits dans la chambre antérieure de l'œil de cobayes, sur des bacilles diphthéritiques introduits dans les muscles, des injections de produits radioactifs insolubles : les animaux n'ont pas été infectés.

Pfeiffer et Freidberger ont placé 0,025 mgr. de bromure de radium

d'activité 50.000, c'est-à-dire à 2,5 % de sel pur, produit faible, comme on le voit, à 6 centimètres de cultures de typhobacille et de choléra bacilles, pendant 24 heures, sans résultat ; à 1 cm., ils ont eu un arrêt complet du développement des cultures.

Ces résultats ont été confirmés par les recherches d'Hoffmann, qui arriva aussi à des résultats complets de stérilisation en plaçant, à quelques millimètres de la source radioactive (12 mg. de bromure de radium pur), des cultures de staphylocoque et de bacillus anthracis.

On constate que, si la colonie se développe en profondeur, dans des tubes d'essai par exemple, ce sont seulement les parties superficielles qui sont stérilisées.

Pour toutes ces expériences on se servait de sels de radium enfermées dans des capsules de caoutchouc, de celluloïd, de mica, qui arrêtaient la plus grande partie des rayons α ; il serait à désirer qu'elles soient reprises avec des sels nus ou agglutinés par du vernis ; elles serait certainement encore plus concluantes. Mais, pour leur donner toute leur valeur, c'est avec du polonium ou du bismuth polonifère qu'il faut les recommencer ; le polonium, en effet, ne fournit que des rayons α. Jusqu'ici, il a été très difficile de se procurer du polonium, qui, en outre, a le gros inconvénient de perdre la moitié de sa radioactivité en 200 jours, mais on peut espérer que l'un au moins de ces obstacles va disparaitre. J'ai, en effet, pu voir récemment, dans le laboratoire de M. Danne, des échantillons de bismuth polonifère, tellement actifs, qu'ils déchargeaient l'électroscope en quelques secondes et à grande distance.

A défaut de polonium, nous avons un moyen de production très simple des rayons α, c'est l'émanation, qui, nous l'avons dit plus haut, en produit spontanément en se décomposant, et qui, à plus longue échéance, dépose sur les tissus avec lesquels elle est en contact, la série des radiums A, B, C., etc., qui, à leur tour, émettent aussi des rayons α. Ce sont ces derniers, ainsi produits par des radiums dérivés, qui doivent rendre les tissus atteints de radiumdermite presqu'absolument réfractaires aux infections bactériennes, comme l'a démontré Werner.

L'émanation est franchement, et peut-être, d'après les auteurs qui l'ont étudiée, plus rapidement microbicide que la radiation directe. Daniz a ralenti, puis tué avec elle une culture de bactéridie charbonneuse. D'après Braunstein, cette bactéridie ne peut pas se développer dans une atmosphère chargée d'émanation. Goldberg l'a essayée, sous forme gazeuse, sur le bacille typhique, le colibacille et la bactéridie charbonneuse, et l'a trouvée apte à tuer les bacilles les plus résistants. Dorn, Bauman, Valentiner ont contrôlé et vérifié ces résultats, et constaté que l'action de l'émanation, sous forme gazeuse, empêche le développement

du bacille typhique en surface sur gélose, le tue complètement sur milieu de culture solide, et dans du bouillon de culture dans lequel on fait barboter le courant gazeux. Le typhus des souris, le vibrion cholérique, le bacille de la diphtérie se comportent de même.

Enfin, Kalmann a constaté que l'émanation produite par les boues de Gastein, relativement riches en radiation, atténue légèrement les cultures microbiennes.

Il ne peut y avoir de doute après ces nombreux travaux positifs : les les rayons α du radium et son émanation sont nettement bactéricides.

Les organismes inférieurs, comme les paramecies, les infusoires, sont rapidement immobilisés et tués par les rayons du radium. Les larves, les œufs subissent une atrophie, une dégénérescence rapides ou sont tués, suivant la durée de leur exposition aux radiations; les membres coupés, chez les têtards, ne repoussent pas.

L'action sur les ferments n'est pas constante : les uns, comme les ferments protéolytiques, pepsine, pancréatine, voient, suivant Bergell et Braunstein, leur activité légèrement augmentée, tandis que Ch. Richet a constaté un retard de la fermentation lactique.

Une action bien plus énergique des radiations du radium est celle qu'elles exercent sur le virus rabique. Tizoni et Bongiovanni ont montré que, non seulement des moelles rabiques exposées au rayonnement du radium ne confèrent plus la rage aux animaux, mais même qu'elles peuvent servir de vaccin. Mieux encore, des animaux infectés par une inoculation antérieure sont guéris, alors qu'ils présentaient déjà des symptômes rabiques comme la raideur du train postérieur, après une application de quelques heures de substances radio-actives au voisinage de leur axe cérébro-spinal. Tirnov a refait les mêmes expériences et constaté que ce sont les rayons α et β qui agissent seuls.

De même, Phisalix a essayé les radiations du radium et l'émanation sur des venins de serpent, qui perdent sous leur influence leur toxicité.

On sait que quand on expose de petits animaux à l'action des rayons X, ils présentent souvent, avant leur mort, des phénomènes de paraplégie, mais cela alors qu'ils ont leurs téguments dorsaux détruits par une radiodermite intense, au point qu'on ne sait pas si on a affaire à une lésion nerveuse directe ou propagée.

Avec le radium cette question ne peut être posée. Les nombreux savants qui ont exposé de petits mammifères aux rayons de Becquerel ont constaté au bout de quelques jours de la paraplégie précédant la mort, avant même qu'apparaisse une réaction des téguments. Danyz, Heinecke, Scholz, Obersteiner, sont d'accord sur ce point. A l'autopsie des animaux on trouve une vive injection de la moelle et des méninges



avec des hémorragies sous-méningées souvent abondantes; altérations analogues à celles que Mendelsohn a trouvées dans l'organe électrique de la torpille exposée au radium.

Une lésion fréquemment observée aussi chez les animaux soumis aux rayons de Becquerel est une rétinite atrophique sans altération des milieux de l'œil, ni de la cornée. Ceci aussi semblerait indiquer une sorte d'action élective de ces radiations sur les cellules nerveuses. On sait que Rehns a constaté après l'application du radium le retour de la sensibilité sur des plaques anesthésiques de tabétiques, et Zimmern et Raymond, l'atténuation de douleurs fulgurantes.

Jusqu'ici, nous n'avons abordé que les différences séparant les rayons de Becquerel des rayons de Röntgen, c'est-à-dire l'action due aux rayons α et β. Maintenant, au contraire, nous ne trouverons plus que des analogies dans l'étude des altérations de la peau, des cellules épidermiques, des éléments lymphoïdes, qui se rencontrent presqu'identiques dans les radiumdermites et dans les radiodermites Aussi serai-je très bref sur ce point, ne voulant pas refaire pour le radium un chapitre si souvent écrit pour les rayons X. Les lésions sont identiques : elles présentent même période d'incubation, mêmes symptômes, même évolution, même terminaison.

Un point me semble pourtant devoir un peu attirer notre attention. Vous savez que plus un tube de Crookes est mou, moins pénétrants sont les rayons qu'il donne, et plus superficielles sont les réactions de la peau qu'il provoque. Ce sont, d'autre part, les tubes demi-mous qui produisent les radiodermites les plus graves Avec les rayons X les plus pénétrants, on n'a pour ainsi dire pas à redouter des lésions cutanées. Or, les rayons γ sont plus pénétrants que ceux de nos ampoules de Crookes. J'ai vu entre les mains de Curie un tube de verre contenant 75 cgr. de bromure de radium pur, et, qui au travers d'une épaisse enveloppe de plomb, illuminait brillamment un écran au platinocyanure

Malgré cette pénétration, les radiumdermites sont superficielles; il est rare qu'elles s'étendent beaucoup en profondeur; 10 à 15 minutes d'application d'un produit très actif sur la peau, suffisent pour provoquer au bout de 24 à 48 heures un érythème très vif Cela nous conduirait à admettre que le faisceau de rayons γ est composé de rayons de toute pénétrabilité, les uns mous, s'amortissant rapidement, les autres durs allant très loin dans les tissus. La radiogramme que Beclère a obtenu en interposant entre un échantillon de radium très actif et une plaque photographique, le radiochromètre de Benoist, tendrait même à prouver que ces rayons mous sont les plus nombreux. On peut aussi supposer que les rayons α et β peuvent provoquer des radiodermites, aussi bien que

les rayons γ. Cliniquement il serait surprenant que des lésions produites par des agents aussi dissemblables soient aussi analogues. Il serait à désirer que des expériences, faciles à concevoir, élucident ce point. On pourrait dévier par l'aimant les rayons α et β et voir ce que deviendrait l'érythème sur une peau exposée à l'action de ces radiations ainsi isolées les unes des autres.

L'action des rayons très pénétrants du radium a été étudiée et démontrée par les très intéressantes expériences de Heinecke, qui, après avoir exposé des petits mammifères au rayonnement du radium a constaté à l'autopsie de ces animaux, des altérations très notables des tissus lymphoïdes. Les follicules intestinaux sont détruits à travers la paroi abdominale intacte. La mœlle osseuse, les ganglions lymphatiques, la rate, le thymus sont très rapidement atrophiés, malgré l'intégrité des téguments.

Heinecke et Seldin ont aussi constaté que chez les animaux et chez l'homme, l'ovulation, mais surtout la spermatogenèse sont peut-être encore plus rapidement arrêtées que par les rayons X.

TECHNIQUE

On a espéré pouvoir, en raison de leur prix élevé, remplacer les sels de radium, en thérapeutique, par de grandes quantités de sels d'uranium ou de thorium. Outre que ces corps sont toxiques, leur très faible radioactivité ne laisse guère d'espoir de voir cette méthode donner des résultats ; les observations publiées sont, d'ailleurs, trop peu concluantes pour que nous nous y arrêtions.

Les sels de radium sont employés, ou bien enfermés dans des boîtes métalliques recouvertes d'une plaque de mica, d'ébonite, d'aluminium, laissant passer une partie des radiations, ou bien sont agglutinés dans un vernis spécial trouvé par Danne et collés sur des surfaces métalliques planes, les étalant en surface pour les applications percutanées, ou arrondies, cylindriques, permettant de les porter dans des cavités. Le vernis de Danne, résistant à une température de 4 à 500 degrés, permet une stérilisation facile des instruments ; quelques précautions sont nécessaires pour son nettoyage, sans perte de substance radioactive. Il présente certainement la forme la plus pratique pour l'usage et a le grand avantage de permettre d'utiliser environ 60 °/₀ des radiations, tandis que les écrans n'en laissent passer que 10 °/₀ Il est presqu'impossible d'avoir des rayons α autrement qu'avec ces appareils à vernis ; j'entends au point de vue pratique, et nous avons vu quel intérêt présentaient ces radiations.

Peut-être même aurait-on un procédé plus simple pour utiliser la totalité des radiations. Nous avons vu, en effet, que les corps métalliques

ou autres, plongés dans l'émanation, se chargent, peu à peu, de radioactivité induite, qui peut devenir égale à la radioactivité du sel, mais a l'inconvénient de se dissiper spontanément; pourtant pas assez vite, à mon avis, pour qu'elle ne puisse être utilisée en thérapeutique.

Il suffirait alors d'avoir, dans une boite métallique, quelques milligrammes de sel de radium pur. Les parois de cette boite seraient percés d'orifices par lesquels arriveraient les tiges, les lames, les sphères métalliques destinées à être radioactivées. Ces instruments resteraient ainsi à demeure plongés dans l'émanation. On les en sortirait pendant le temps de leur emploi thérapeutique pour les y remettre de suite après; et on aurait ainsi toujours, à sa disposition, des instruments radioactivés à saturation, et permettant comme les appareils à sels collés, mieux même qu'eux, pour la production de rayons X, l'application directe des sels de radium au contact des régions à traiter

Quelle doit être la durée de cette application ? C'est ici qu'intervient la question du dosage des radiations, plus importante peut-être même ici qu'en radiothérapie, en raison de la complexité des radiations.

Si tous les échantillons des sels radio-actifs étaient identiques à eux-mêmes, les temps d'application seraient fonction de la quantité de substance, de la surface qu'elle couvrirait, de sa teneur en radium et de la réaction qu'on voudrait provoquer; le médecin n'aurait qu'à s'en rapporter à un tableau une fois établi, et à tenir compte seulement des différences de réaction d'une peau saine ou malade, d'une peau de femme, d'enfant ou d'homme adulte. La posologie serait très comparable à celle que nous faisons tous les jours.

Il n'en est malheureusement pas ainsi et les échantillons des sels radioactifs sont loin de se ressembler pour une même teneur en radium. Ce qui diffère surtout, et nous avons vu que c'est ce qu'il importe de connaitre, c'est l'émission relative des rayons α, β et γ; de sorte qu'à dose égale le degré de nocuité de deux substances radioactives peut être très différent, et même l'émission d'un échantillon n'est pas constante. S'il a été chauffé, pour le stériliser par exemple, il met plusieurs jours à retrouver son rayonnement. Il nous faut donc avoir une méthode de mesure.

Béclère avait cru la trouver dans les procédés employés en radiothérapie et a proposé de soumettre l'échantillon de radium qu'on doit utiliser à l'épreuve des pastilles de Holtzknech et du radiochronomètre de Benoist Si cette méthode était utilisable, elle serait très simple : malheureusement, les renseignements qu'elle donne sont incomplets et inexacts; incomplets parce qu'elle ne tient pas compte des rayons α et d'une grande partie des rayons β; inexacts parce qu'elle assimile les

rayons de Röntgen à ceux de Becquerel J'ai actuellement entre les mains 2 cg. d'un sel de radium très actif, à 1.500.000 qui met plus d'une heure à provoquer sur une pastille de Holtzknecht la coloration 3 H ., et qui en 15 minutes produit sur le bras un érythème durant plus d'un mois Et nous avons vu plus haut qu'on ne peut compter sur les indications que donne le radiochromomètre

Si on ne veut avoir qu'une indication grossière du temps que peut durer une séance de radiothérapie avec un échantillon donné, le plus simple est encore de suivre l'exemple de Darier: c'est-à-dire de faire sur son avant-bras des applications de 5, 10, 15 et 20 minutes, et de noter au bout de combien de jours apparaitra la rougeur caractéristique; puis, pour l'emploi, si on ne veut qu'une réaction faible rester en-deçà de ce temps, aller au-delà si on veut une destruction des tissus

Le procédé de dosage vraiment scientifique, et dont on ne saurait trop désirer voir l'usage se généraliser, est celui qu'a recommandé M. Danne. Il a fait construire un électroscope à feuille d'or de très faible capacité et dont la feuille descend à quelques millimètres de la base de la cage. Cette face inférieure est disposée de telle façon qu'on puisse y loger l'instrument, tige ou plaque garnie de sel radioactif. Entre le sel et l'extrémité inférieure de la feuille d'or se glissent dans une rainure des diaphragmes d'aluminium et de plomb d'épaisseur calculée pour arrêter les rayons α et β. L'instrument est étalonné et vendu avec un tableau indiquant les temps pendant lesquels la feuille d'or s'abaisse d'un nombre donné de degrés, pour une unité de poids d'un sel radioactif pur en équilibre radioactif, c'est-à-dire produisant autant d'émanation qu'il s'en détruit spontanément. Ce sel est exposé dans l'instrument: 1° directement; 2° avec interposition du diaphragme d'aluminium; 3° avec interposition du diaphragme de plomb. Donc, trois simples lectures des temps de décharge de l'instrument et un calcul très facile dans lequel on fait intervenir le poids de la substance employée, donnent de suite la mesure de chacune de ces trois radiations et de leur somme.

Ces données, plus grossières nécessairement que les recherches précises de laboratoire, avec l'électromètre, sont cependant parfaitement suffisantes en pratique, et elles nous donneront des indications cliniques parfaites, quand aura été comblé le désideratum que nous formulions tout à l'heure, c'est-à-dire quand quelques expériences faciles nous auront appris le degré de réaction de la peau à chacune des radiations α, β et γ du radium, par unité de poids du sel et de surface traitée.

La technique des inhalations d'émanation a été, jusqu'à présent, des plus simples. On a fait respirer aux sujets en expérience de l'air qui

avait barboté dans une solution de nitrate de thorium, ou passé sur une couche d'oxyde de thorium chauffé. Ici encore on n'avait aucun dosage, et un dosage aurait d'ailleurs été bien difficile avec ces quantités infinitésimales d'émanation, puisqu'on a calculé qu'il fallait 10 kilogrammes de thorium pour donner autant d'émanation qu'un milligramme de bromure de radium. Pour qui voudrait continuer ces recherches, il vaudrait mieux de beaucoup employer la méthode de Bouchard, Curie, Balthazard, qui prenaient des quantités définies d'émanation de bromure de radium et les mêlaient à des volumes d'air déterminés. Nous ne décrirons pas ici les appareils générateurs d'émanation, qu'on trouvera dans tous les traités spéciaux.

Pour les injections parenchymateuses, Braunstein a utilisé des solutions d'émanation dans l'eau à la dose de 5 à 10 cent. cubes. On obtient de l'eau aussi saturée que possible d'émanation, en distillant une solution de bromure de radium. A ce propos, je crois qu'un obstacle sérieux à l'action locale de l'émanation est son extrême diffusibilité. Quelques minutes après une injection d'eau saturée d'émanation, tous les tissus de l'organisme, même les poils les plus loin situés de l'injection, sont radioactifs. Je me demande s'il ne serait pas plus rationnel d'injecter, dans les tissus malades, de l'huile, de la vaseline, par exemple, qui est très avide d'émanation et en dissout beaucoup plus que l'eau. La technique des injections huileuses est assez connue aujourd'hui pour qu'on ne redoute plus les embolies graisseuses, et il est bien probable qu'ainsi on aurait une action locale plus énergique et de plus longue durée.

D'autre part, étant donnée cette diffusion rapide de l'émanation, la technique des inhalations est-elle bonne, si on veut essayer comme Suddy, Rutherford, Franz et autres, l'émanation dans les affections pulmonaires? les travaux de Curie, Bouchard, ont montré qu'elle tuait rapidement les petits animaux. Ne vaudrait-il pas mieux faire des injections sous-cutanées de solution, plus facile à manier et à doser, et quelques minutes après lesquelles l'haleine est radio-active.

THÉRAPEUTIQUE

Ces préliminaires une fois posés, je ne vais pas m'attarder à une énumération bibliographique et chronologique fastidieuse de tous les mémoires qui ont paru depuis cinq ans, sur des essais thérapeutiques, par les corps radioactifs Nous allons nous borner à une sorte de revue critique des chapitres les plus intéressants, en citant seulement les auteurs qui ont ouvert chacun de ces chapitres

Affections nerveuses et autres. — Darier, en 1903, publia les premières observations sur l'action analgésique du radium. Des sels, de

faible activité, placés pendant plusieurs heures sur des *points névralgiques* rebelles, amenèrent une sédation et une guérison complète dans quelques cas. Raymond et Zimmern ont constaté l'atténuation et quelquefois la disparition de douleurs fulgurantes chez des *tabétiques*. Rehns a vu, au contraire, reparaître la sensibilité intégrale de *plaques anesthésiques chez des tabétiques et des lépreux*. Enfin, Soupault a vu, dans des arthrites suraiguës, une atténuation et même une sédation complète de la douleur. Darier a donné des observations de *paralysies faciales* guéries rapidement. Ces tentatives ont été renouvelées depuis, par d'autres auteurs, avec des fortunes diverses. Il faut, pour pouvoir se prononcer sur leur valeur, qu'elles soient reprises avec une technique identique à celle des premiers expérimentateurs, et s'arranger de façon à ce que le malade ignore absolument qu'on fait un essai contre l'élément douleur, surtout avec ce mystérieux radium qui a tant frappé l'imagination populaire. On éliminera ainsi la suggestion, dont l'influence est si dangereuse dans cet ordre d'idées.

Avant d'en venir aux affections cutanées ou muqueuses, signalons les tentatives d'inhalation d'émanation contre la *tuberculose pulmonaire* qui ont donné à Reinwald des résultats encourageants, et les bons effets de l'émanation du thorium publiés par Gordon Scharps, contre la *pharyngite granuleuse*. Un autre auteur, Werner, je crois, a proposé l'ingestion de solution d'émanation comme *antiseptique gastrique* et pour exciter l'action des ferments digestifs. Je ne sais quelles suites expérimentales ont été données à cette conception théorique séduisante.

Nous passerons rapidement, si vous voulez bien, sur l'action radioactive des *eaux minérales*. Les physiciens ont constaté la présence d'émanation dissoute dans les sources thermales, et cette constatation a fait pousser de suite toute une floraison de mémoires tendant à prouver que le radium guérissait les varices ici, la constipation là, les névroses, les métrites, les arthrites ailleurs. Je crois qu'il vaut mieux ne pas insister. C'est aux Congrès d'hydrologie à s'arranger de tout cela. L'émanation est aussi abondante dans les mines, il ne faut pas désespérer de voir se créer des sanatoria souterrains.

Affections cutanées. — Les premières observations de radiumthérapie sont celles de Danlos. Elles remontent à 1901, et portent sur un certain nombre de cas de *lupus tuberculeux ou érythémateux*. Il se servait de substances peu actives qu'il laissait en place pendant plusieurs heures, de façon à produire une radiumdermite ulcéreuse. La cicatrisation était très lente et n'était complète qu'au bout de plusieurs mois, mais remarquable par son aspect cosmétique comparable à celui des radiodermites superficielles. Cicatrice blanche nacrée, souple, lisse, sans

tendance à la rétraction. Les ulcérations ne dépassaient pas le derme en profondeur. Très rarement il y eut des récidives, qui cédèrent à un second traitement. Depuis lors, de nombreuses observations ont été publiées, les unes positives, les autres négatives, mais toujours avec une technique insuffisamment décrite, et nous interdisant par celà même de les juger. Ce qui, pourtant, semble ressortir de leur ensemble, c'est que les applications de substances radioactives semblent avoir à peu près la même valeur thérapeutique que la photothérapie dans les cas de petits placards lupiques isolés et superficiels. La durée du traitement n'est guère plus longue que par le Finsen, les cicatrices sont plus belles, les récidives ne sont pas plus fréquentes et l'emploi du radium est plus facile que celui de l'appareil de Finsen. Dans les ulcérations profondes, dans les cas où les muqueuses buccale et nasale sont envahies, les résultats sont loin d'avoir été aussi brillants.

Des tentatives ont aussi été faites avec des emplâtres de sels d'uranium ou de thorium avec des pommades chargées d'émanation. Il n'y a pas eu de guérison, mais, disent les auteurs sans plus se compromettre, des résultats encourageants.

Les guérisons brillantes que donnent les rayons X dans l'*eczéma* et dans le *prurigo* ont tenté quelques auteurs qui ont essayé la radiumthérapie, sans grand succès d'ailleurs. Ces tentatives ne seraient légitimées que sur des lésions anciennes, très circonscrites, ayant résisté aux rayons X. J'ai pour ma part guéri en 2 séances de 10 minutes à 10 jours d'intervalle un prurit ancien limité à l'orifice anal. Le produit d'activité 1.800.000, du poids de 27 mg, était enfermé dans une double gaine verre aluminium qui ne laissait passer 1/200 du rayonnement total, pas de rayons α, rayons β très pénétrants, rayons γ presqu'en totalité.

Le *psoriasis* semble, d'après les travaux de Rehns, particulièrement obéissant au rayonnement du radium; 2 à 3 minutes d'exposition avec 30 millg. de bromure de radium pur suffisent pour rougir le placard. La rougeur dure quelques jours, puis disparaît, pour laisser une peau saine et un peu pigmentée.

Dans le *sycosis*, l'*acné*, l'*impétigo*, on n'a pas obtenu de résultats, mais les rayons α seuls auraient pu être utilisés avec succès. Les tentatives faites contre l'*hypertrichose* sont aussi des plus contradictoires, toujours encore à cause de l'imprécision de la technique; les uns disent avoir provoqué après radiation une chute de poils non cherchée, les autres disent l'avoir cherchée sans l'avoir obtenue.

Contre les petites tumeurs bénignes de la peau, *verrues*, *papillômes*, *molluscums*, tous les auteurs sont d'accord, les résultats sont parfaits. Les traitements radioactifs ont été aussi très efficaces dans la cure des

noevi. Contre le *noevus* pigmentaire il faut pousser la réaction assez loin pour avoir une ulcération, contre le *noevus* vasculaire ou télangiectasique, cela n'est pas utile, pas plus que dans les *télangiectasies de la couperose*; l'oblitération des capillaires et la guérison sont obtenues après un très léger érythème.

Toutes les variétés d'*épithéliomes superficiels bénins*, à marche lente, sont rapidement guéris par les applications du radium. Les formes ulcéreuses, bourgeonnantes, papillaires, sont toutes également modifiées heureusement. Pendant 15 jours environ après une application suffisamment prolongée la tumeur reste stationnaire, puis en quelques jours se rétracte et disparaît. S'il s'agit d'une lésion un peu étendue, il faut nécessairement faire plusieurs séances. S'il y avait ulcération, on voit d'abord le suintement diminuer; les bords s'affaissent, perdent leur dureté, le fond prend une coloration jaune-grisâtre, sur laquelle on voit apparaître, au bout de quelques jours, des bourgeons charnus de bonne nature, puis l'ulcération se rétracte, la cicatrice gagne des bords au centre et couvre bientôt toute la surface malade. Les observations de ce genre sont aujourd'hui très nombreuses et concordantes; celles de Abbe sont particulièrement intéressantes, parce qu'il a traité la moitié de ses lésions avec le radium, l'autre moitié avec les rayons X, et a une guérison plus rapide avec le radium. Nous n'avons pas encore grands renseignements sur les résultats éloignés, mais tout laisse à supposer qu'ils sont aussi bons qu'après toute autre intervention. Dans les cas, assez rares pour ces sortes d'épitheliomes, où les auteurs ont noté l'état des ganglions, ils les ont vus diminuer légèrement mais non pas disparaître.

Il n'en va malheureusement plus ainsi pour l'*épithelioma* malin, carcinome spino-cellulaire, à marche envahissante, à engorgement ganglionnaire précoce, à récidive fréquente, siégeant de préférence sur la langue ou les lèvres. Ici les observations deviennent très rares ou très courtes; elles ne mentionnent que des améliorations, de la sédation des douleurs, mais on ne prononce plus le mot de guérison Nous pouvons bien relever quelques observations de tumeurs épithéliales de la lèvre cicatrisées, mais il n'en est pas des lèvres comme de la langue; si les épithéliomes de leur face muqueuse sont presque toujours très graves, ceux de la face cutanée peuvent souvent être considérés comme bénins.

Il faut pourtant signaler un cas de Rehns, dans lequel l'auteur a constaté la disparition de plaques *leucoplasiques* anciennes de la langue après deux séances d'application de radium.

Cancer. — Ce que nous venons de dire de l'épithéliome malin,

nous pourrons le répéter des autres formes de *cancer*. Les recherches d'Apolant, sur le cancer expérimental des souris, lui ont montré des diminutions de tumeurs, mais jamais, sur plus de 3.000 cas, une disparition totale. Je ne connais guère qu'une observation de Abbe de guérison d'un petit sarcome de la mâchoire chez un enfant. Les cancers du sein, de l'utérus, du rectum, soignés par le radium, n'ont jamais guéri. Les douleurs des malades ont été atténuées, la marche des tumeurs a été ralentie, elles ont pu diminuer de volume, des ulcérations ont pu se cicatriser, et tout cela n'est pas sans importance, surtout pour le moral des patients, mais une vraie guérison, sans récidive, je n'en ai pas trouvé d'observations. Et elles seraient possibles aujourd'hui, depuis quatre ans qu'on a commencé à faire de la radiumthérapie.

C'est grâce à la diminution passagère du volume des néoplasmes, qu'on a pu, en introduisant des tubes de radium au point malade, rétablir pour quelque temps le calibre d'œsophages ou de rectums rétrécis par des cancers.

Un essai de Braunstein est intéressant. Il a injecté dans des tumeurs cancéreuses de l'eau saturée d'émanation, et a observé dans 8 cas, une diminution des tumeurs ; dans un cas, une sorte de liquéfaction, sans altération de la peau, de toute une tumeur qui est devenue fluctuante et s'est vidée sous forme d'un liquide jaune transparent absolument stérile.

D'une façon générale, contre les cancers, il semble que l'action un peu prolongée de sels faiblement radio-actifs ait donné des résultats un peu plus favorables que des sels énergiques pendant peu de temps. On peut, à cet égard, rapporter l'observation de Beclère, qui, soumettant des noyaux cutanés de généralisation de cancer du sein à l'action de 45 centigrammes de bromure de radium pur, provoqua une radiumdermite sans modification des noyaux cancéreux, que Abbe a vu disparaître avec des sources radio-actives bien moins puissantes.

Autres applications. — Moskowicz et Stegmann ont observé une diminution très notable d'une *prostate hypertrophiée* après juxtaposition par le rectum d'un tube contenant des substances radio-actives.

Robert Abbe a publié un cas de *goître exophthalmique* dont le volume se réduisit beaucoup après inclusion dans sa masse par une incision, d'un tube de verre contenant 10 cgr. de radium à 300.000.

Oudin et Verchère ont étudié l'action du radium en gynécologie et obtenu des résultats intéressants dans des cas de *fibromes*, de *catarrhes gonococciques*, *du col*, et *d'urétrites blennorrhagiques*.

Les oculistes, après Cohn, considèrent aujourd'hui les substances radioactives comme étant le traitement de choix dans le *trachome*, les *granulations conjonctivales* et le catarrhe folliculaire. La guérison est

très rapide et se produit peu de jours après qu'ont été touchées les muqueuses malades pendant quelques minutes, avec un tube de verre renfermant le sel de radium. Darier promène sur la conjonctive une petite sphère métallique recouverte de 5 milligrammes de radium à 500.000 dans du vernis.

CONCLUSIONS

De ce qui précède, il me semble que nous pouvons conclure que la radiumthérapie, malgré tous les travaux qu'elle a déjà provoqués, est une science tout entière à faire, ou à refaire, en l'appuyant sur des données physiques et physiologiques précises.

La découverte des corps radioactifs semble devoir être, pour la médecine, une conquête des plus précieuses. Ils mettent entre nos mains des agents capables de tuer les microbes, d'atténuer les virus et les venins, de modifier les fermentations, de ralentir ou d'accélérer la vie des cellules épithéliales et conjonctives : la circulation, l'innervation semblent aussi influencées par eux.

Mais l'ensemble de leurs radiations forme un mélange des plus complexes; l'armée que nous avons appelée à notre aide est composée d'éléments divers dont chacun joue probablement un des rôles que nous venons de passer en revue. Il faut, pour qu'on puisse l'utiliser avec fruit, que ces éléments soient dissociés, et que nous sachions exactement ce que nous pouvons demander à chacun d'eux. Il faut qu'on nous dise d'abord ce que, nous, médecins, pouvons attendre de chacun de ces corps de troupe, rayons α (N° 1, 2, 3 et 4), rayons β, dans les différents points de leur spectre si étendu, rayons γ plus ou moins pénétrants, émanation dont le processus de transformation varie tellement d'un corps à l'autre : radium A, B, etc. Polonium, radiothorium, plomb radioactif. Mais c'est peut-être demander trop à la fois. Contentons-nous d'espérer pour bientôt des renseignements précis, et bien différenciés, sur l'action physiologique des rayons α, β et γ. Sachons, de notre part, quelles radiations spéciales nous utilisons, et, comme l'industrie peut nous fournir aujourd'hui avec précision des corps donnant le maximum des radiations dont nous aurons besoin pour un but déterminé, il y a tout lieu d'espérer que la radiumthérapie va enfin sortir du chaos pour entrer dans des chemins bien tracés et conduisant, avec certitude, aux fins thérapeutiques que l'on désire.

DISCUSSION

E. Schiff. — Permettez-moi d'ajouter quelques mots au rapport de M. Oudin. Moi, de mon côté, je me sers déjà, depuis plusieurs années, du radium dans le traitement du lupus et de l'épithéliome. Je n'en ai pas fait mention dans mon rapport, parce que je m'y suis borné aux rayons Rœntgen. J'ai publié, entre autres, quelques observations sur le traitement par le radium, l'année dernière, dans la *Münchner mediciniche Wochenschrift*. Avant de m'en servir, j'ai voulu expérimenter l'influence du radium sur le derme sain et j'ai appliqué ma capsule de radium, d'une activité considérable, sur mon avant-bras gauche. Je l'y ai laissée pendant quelques heures et l'effet en a été d'une énergie imprévue et colossale. Il s'est produit une nécrose profonde du tissu accompagnée de douleurs presque insupportables dont la *restitutio ad integrum* a duré plus que cinq mois. Il s'est formé enfin une cicatrice. Je cite ce fait pour prévenir les expérimentateurs des dangers qu'on peut rencontrer.

F. Winkler. – Les ouvriers de Joachimstal, en Bohême, ont fait l'observation qu'ils deviennent somnolents en buvant de l'eau radioactive et j'ai pu vérifier qu'il y a des personnes sur qui l'eau riche en radium exerce une certaine action hypnotique. Il me semble qu'il est possible d'établir une relation entre ces phénomènes et le phénomène analogue que les rayons X exercent sur quelques sujets. Peut-être s'agit-il d'une intoxication.

Permettez que j'ajoute un mot sur la radiodermite. Nous avons dans la suprarénine, soit en liquide, soit en onguent, un bon médicament pour réduire l'érythème de la peau. Nous employons cette méthode très volontiers au traitement des rides par le radium ; pour ce traitement, nous employons la galvanisation avec l'interrupteur Leduc et alternant des séances courtes de radiothérapie, et nous pouvons rétablir une action trop forte par l'emploi de la suprarénine.

Steiner (Rome). — Osserva che ce differenza fra l'azione delle dosi grandi del radium sulla pelle sana e sulla amallata. Meutre la pelle sana reagisce con le ulcerazioni, sulla pelle mallata giusto queste ultime provocano guarigioni perfette li dove le dosi piccole, non hanno nessun efetto (riccorda 3 casi del lupus eritematodes ostinati e del lupus vulgaris guariti cosi). Importante diventa lo studio delle aque radioattive la quale specialmente ora anche in Italia diventata di una certa attività non è oggi giustificato di occuparsi, come molti idrologi lo fanno della forza radiattiva delle aque, specialmente delle terme le quale sono tutte più o meno radiattive ; ma importante sarebbe di studiare l'effetto di queste

aque radioattive sulla fermentazione sapendo (Neuburger, Begal) che specialmente i raggi del Radium hanno un efetto fermolitico, d'altra parte sapendo che questa radiottività dopo un certo tempo si perde, si spiegerebbe il fenomeno tanto discusso dei idrologi sulla efficacia speciale della aque bevute sul laogo dei sorgenti ; questa strada dovrebbe prendese lo studo sulla radiattività delle agne lo quale il governo austriaco, como propriétario della ague di Joachimstal tienne di tale impostanza, che soslmice un laboratoio apposti per il studio relativo.

Dr DE KEATING-HART (de Marseille). — Sans entrer dans les détails de la méthode employée par moi, dans le traitement des cancers réservés à une communication prochaine, je veux indiquer que j'emploie constamment le radium en même temps que les rayons X, en particulier dans le traitement des épithéliomes des muqueuses ulcérées agissant de l'intérieur vers l'extérieur par le radium et de l'extérieur vers l'intérieur par les rayons X, je crois devoir à cette méthode des résultats très heureux dans ces cas.

La loi d'excitation des nerfs

Par **M. J. CLUZET** (de Toulouse).

Agrégé des Facultés de médecine, Docteur ès-sciences.

Les organisateurs de nos congrès internationaux ont désiré appeler votre attention sur la Loi d'excitation des nerfs, estimant qu'un certain nombre de travaux importants ont été publiés depuis le très remarquable rapport de M Dubois au congrès de Paris, en 1900.

La loi de du Bois-Reymond et la loi des actions polaires, énoncée simultanément par Chauveau et Pflüger, ont été considerées longtemps comme les deux lois fondamentales de l'excitation. La loi de du Bois définit la relation qui existe entre l'excitant électrique et l'effet physiologique produit, la loi des actions polaires indique l'activité relative des deux pôles ou des deux sens de l'onde électrique. Ces deux lois ont paru d'abord règlementer tous les phénomènes d'excitation et leur ensemble a paru constituer la *Loi d'excitation électrique des nerfs.*

Mais si la seconde est encore considérée comme exacte par tous les auteurs, il n'en est plus ainsi de la première. La loi de du Bois, en effet, a été trouvée en défaut par un grand nombre d'expérimentateurs (Pflüger, Fick, Brücke, Engelmann, Grützner, Hoorweg, Biedermann, G. Weiss, etc.) et on a essayé de la remplacer par d'autres plus conformes à tous les faits observés. Aucune de ces lois nouvelles n'est unanimement admise ; aussi, actuellement on ne peut que les rapprocher les unes des autres, sans pouvoir se prononcer catégoriquement sur celle qui sera définitivement adoptée.

Cependant, il sera sans doute permis au rapporteur d'indiquer quelle est sa préférence et sur quelles raisons elle est fondée.

Nous étudierons successivement : 1° les lois générales qui ont été proposées pour remplacer la loi de du Bois-Reymond ; 2° l'application de ces lois générales aux principaux modes d'excitation électrique ; 3° enfin, l'application de ces lois à l'électrodiagnostic. La seconde et surtout la troisième partie de cette étude constituent pour nous le côté pratique et particulièrement intéressant de cette question de l'excitation

des nerfs qui a tenté de tout temps la curiosité et les recherches des plus grands physiologistes.

Tout d'abord une remarque s'impose L'expérience montre que le seuil de l'excitation nerveuse peut se déterminer avec une très grande précision et à ce point de vue, ce phénomène physiologique est comparable à un phénomène physique. Il est donc de toute nécessité d'employer ici des formules mathématiques, tandis que ces formules sont bannies, et doivent l'être, de la plupart des études physiologiques : les phénomènes biologiques, quoique n'étant pas souvent plus complexes, ne comportant pas, en général, dans leur étude, la précision extraordinaire que comportent les phénomènes d'excitation nerveuse

I. — Lois générales.

La loi de du Bois-Reymond a été énoncée ainsi par son auteur : Ce n'est pas la valeur absolue de la densité du courant à chaque moment qui provoque la contraction musculaire, mais c'est la variation de cette valeur d'un instant à l'autre, et l'excitation est d'autant plus forte que ces variations sont plus rapides et plus étendues.

De telle sorte que l'excitation élémentaire ε au temps t est donnée par l'expression

$$\varepsilon = \alpha \frac{di}{dt} \qquad (1)$$

L'excitation totale η produite pendant une durée T est donc, en intégrant de o à T,

$$\eta = \int_0^T \varepsilon \, dt = \alpha \int_0^T \frac{di}{dt} dt \qquad (1^{bis})$$

Cette loi est abandonnée par la généralité des physiologistes.

Cependant L. Hermann (de Königsberg), avec sa grande autorité, soutient que les objections justifiées qui ont été émises ne s'appliquent pas à la loi elle-même, mais seulement à l'hypothèse complémentaire faite par du Bois pour pouvoir intégrer ; d'après cette hypothèse « la variation $\frac{di}{dt}$ produit non pas une excitation, mais une différentielle d'excitation par rapport au temps » Cette hypothèse, qui conduit à des conclusions en désaccord avec les faits observés, est à rejeter pour le nerf, car il n'est pas légitime de considérer l'excitation du nerf comme résultant de l'intégration d'une excitation élémentaire, $\varepsilon \, dt$. « L'extrême sen-

sibilité des nerfs à des variations rapides d'impressions tactiles, optiques ou acoustiques paraît inconciliable avec l'hypothèse d'une sommation dans le temps; au contraire, pour le muscle, organe relativement lent et paresseux, on peut admettre la possibilité de l'intégration (1). » D'ailleurs, l'intégration, d'après Hermann, n'est pas nécessaire et l'on peut conserver le principe de la loi de du Bois-Reymond, d'après lequel l'excitation serait à chaque instant déterminée par

$$= \alpha \frac{di}{dt}$$

mais serait fugace, ne se maintiendrait pas d'un instant à l'autre. L'excitation effective du nerf serait alors simplement le maximum atteint par ε.

Hoorweg (2), après avoir montré que le principe de du Bois est inacceptable, admet que l'excitation élémentaire est directement liée à l'intensité du courant. Il se produirait à chaque instant une excitation élémentaire proportionnelle à l'intensité du courant accompagnée d'un décrément. On aurait

$$\varepsilon = \alpha i e^{-\beta t} \qquad (2).$$

En faisant par intégration la somme de toutes les excitations élémentaires pendant la durée T de l'excitant qui provoque la réponse minima, on arrive à une excitation constante η. Et l'on a

$$\eta = \alpha \int_0^T i e^{-\beta t} dt \qquad (2^{bis})$$

Telle est la formule que Hoorweg propose comme loi générale d'excitation électrique des nerfs et qu'il applique à toutes les formes de l'onde électrique.

Il faut d'abord observer que, même en considérant comme exacte la valeur (2) de l'excitation élémentaire, l'intégration faite par Hoorweg pour passer de ε à η, de (2) à (2bis), n'est pas justifiée et est sujette à la critique faite par Hermann à propos de l'intégration de la formule (1) de du Bois-Reymond. En outre, l'expérience montre que si la formule de Hoorweg donne des résultats satisfaisants dans certains cas, il n'en est pas toujours ainsi. On trouvera plus loin, notamment, des nombres

(1) L. HERMANN. — Beiträge zur Physiologie und Physik der Nerven. (*Pflüger's Archiv*, 1905, Bd 109, s. 95).

(2) HOORWEG. — Ueber die elektrische Nervenerregung (*Pflüger's Archiv*, 1892, Bd, 52, s. 87).

fournis par cette formule, qui diffèrent beaucoup des nombres obtenus par mesure directe.

Un certain nombre d'autres facteurs ont été mis en cause par divers auteurs dans l'excitation des nerfs : la tension (Chauveau), la rapidité et la grandeur de la variation du potentiel (d'Arsonval, Marès), l'énergie électrique (Cybulski et Zanietowski, Dubois, Waller).

Mais l'expérience montre que, pour un même effet physiologique, tous ces facteurs varient, et souvent dans des proportions considérables, lorsque les conditions expérimentales changent.

G. Weiss (1), en 1900, compara l'effet d'une onde unique à l'effet de plusieurs ondes séparées, celles-ci ayant ensemble une durée égale à la première. Il vit que toute lacune produite dans une onde continue diminuait l'excitation : il fallait augmenter le voltage pour revenir au seuil de la contraction musculaire. Or, d'après la loi de du Bois-Reymond, le contraire aurait dû se produire : comme on multipliait les variations d'intensité, on aurait dû diminuer le voltage.

Weiss observa en outre que, en passant de l'onde unique au système des deux ondes, la quantité d'énergie variait, mais la quantité d'électricité restait constante; de plus, si la durée de l'onde unique variait, la quantité d'électricité variait suivant une forme linéaire telle que :

$$q = a + bt \qquad (3)$$

t étant la durée de l'onde, q, la quantité d'électricité mise en jeu, a et b deux coefficients dépendant de la disposition de l'expérience.

D'après cela, tout se passe comme s'il fallait, pour exciter un nerf, une quantité constante d'électricité augmentée d'une autre quantité d'électricité proportionnelle à la durée d'action ; la première produisant sans doute un certain changement d'état nécessaire à toute excitation, la seconde devant peut-être combattre sans cesse un processus de retour à l'état premier.

Ainsi la loi de Weiss a été déduite directement de l'expérience et présente sur ses deux devancières, les lois de Du Bois et de Hoorweg, le grand avantage de ne reposer sur aucune hypothèse. La vérification expérimentale de la formule (3) montre d'ailleurs, comme on va le voir, qu'elle s'applique aux diverses formes de l'excitation électrique avec une approximation suffisante et bien supérieure à l'approximation que donnent les formules (1) et (2).

M. et M[me] Lapicque (1) ont montré que pour les muscles à contraction

(1) G. Weiss. — Sur la possibilité de rendre comparables entre eux les appareils servant à l'excitation électrique. (*Archives italiennes de Biologie*, 1901, p. 413-446).



lente la formule de Weiss n'est qu'approchée, et ces auteurs ajoutent au second membre de l'équation (3) un terme correcteur $(-\gamma V)$ proportionnel au potentiel; mais cette correction est inutile, de l'avis même de M. et Mme Lapicque, pour les nerfs et pour les muscles à contraction rapide comme ceux qui nous intéressent ici exclusivement.

Je ferai remarquer que, en différentiant la formule de Weiss ( ), on obtient.

$$\varepsilon\, dt = dq - b dt$$

si l'on admet, avec Du Bois et Hoorweg et malgré les observations justifiées de L. Hermann, que l'excitation constante a, donnant le seuil de la contraction soit due à une somme d'excitations élémentaires, $\varepsilon\, dt$.

Si on suppose en outre, comme cela a lieu en général.

$$dq = idt \qquad \text{(courant continu pendant } dt\text{)}$$

l'équation différentielle de Weiss devient

$$\varepsilon = i - b \qquad (4)$$

Il est alors commode de comparer les expressions (1), (2) et (4) de l'excitation élémentaire, ε, donnés par les trois lois et de voir en quoi diffèrent ces expressions.

D'après Du Bois l'excitation élémentaire est causée par la variation de l'intensité du courant et des variations égales produisent des excitations élémentaires égales. Pour Hoorweg et pour Weiss, ce n'est pas la variation de l'intensité qui agit, mais c'est la valeur de l'intensité. Hoorweg suppose en outre que l'excitation primitive, α, est la plus grande et que les excitations suivantes, α', diminuent régulièrement d'après la formule.

$$\alpha' = \alpha\, e^{-\beta t}$$

tandis que suivant Du Bois toute excitation cesse aussitôt que le courant est devenu constant; selon Hoorweg, la fin de l'excitation « c'est le temps où α' devient insensible, ce qui dépend entièrement du cœfficient β, que l'on peut appeler, pour cette raison, le *cœfficient d'extinction* de l'excitation tandis qu'on peut appeler α le *cœfficient d'excitation primitive*; α désigne la sensibilité primitive du nerf et β la vitesse plus ou moins grande avec laquelle cette sensibilité disparait. »

L'expression (4) indique que, d'après la formule de Weiss, l'excitation élémentaire, qui dépend directement de l'intensité, au moment considéré, demande, pour se produire, une intensité plus grande qu'une

M. et Mme Lapicque. — *Recherches sur la loi d'excitation électrique* (*Journal de physiologie et de pathologie générale*, 1903, t. V).

certaine valeur limite, *b*. Donc, toute onde ou toute partie d'onde électrique dont l'intensité est supérieure à *b* est seule active.

En ce qui concerne la durée de l'excitation, il faut distinguer deux cas : 1° Si l'onde active a une durée inférieure ou égale à la période d'excitation latente, il se produit des excitations élémentaires pendant toute la durée de l'onde ; 2° Si l'onde active a une durée supérieure à la période latente, la durée d'action égale la période latente, en admettant, avec Weiss, qu'une période réfractaire à l'excitation fait suite à la période latente.

Mais, j'insiste encore sur ce point, la loi énoncée par Weiss, l'a été sous la forme (3), sans le secours d'aucune hypothèse ; j'ai supposé exacte la forme différentielle (4) simplement pour pouvoir rapprocher les trois lois par la valeur qu'elles donnent à l'excitation élémentaire.

II. — Principaux modes d'excitation électrique

Les lois générales étudiées plus haut intéressent le médecin électrologiste, surtout par leur application aux modes d'excitation utilisés en électrodiagnostic et en électrothérapie ; d'ailleurs, cette application permet de vérifier commodément l'exactitude des lois proposées.

Nous nous occuperons seulement des excitations par décharges de condensateurs et par fermetures de courants continus, afin de ne pas trop allonger ce rapport ; d'ailleurs, la mesure des courants induits et de l'électricité statique, ne pouvant pas encore être effectuée couramment, il serait plus difficile de comparer la grandeur de l'onde employée et la réponse du nerf.

A). — Excitation par décharges de Condensateurs

La loi de Du Bois donne dans ce cas des résultats très différents de ceux fournis par l'expérience ; L. Hermann lui-même admet qu'elle ne peut s'appliquer à ce mode d'excitation.

Hoorweg (1) a proposé la relation

$$V = \alpha + \frac{\beta}{C} \qquad (5)$$

entre le potentiel de charge et la capacité C (α et β sont des coefficients) de tous les condensateurs qui, par leur décharge, déterminent le seuil de la contraction musculaire. De cette relation, Hoorweg a déduit, moyennant certaines hypothèses, sa loi générale (2), et inversement cette dernière loi générale peut donner la formule (5).

(1) Hoorweg — Über die elektrische Nervenerregung (*Pflügers Archiv.*, 1892, p. 87).



J'ai proposé (1) la formule :

$$V - K \text{ log. nat. } V = \alpha + \frac{\beta}{C} \qquad (6)$$

déduite directement de la loi de Weiss et différant essentiellement de la formule (5) de Hoorweg par la présence du terme — K log. nat. V. Dans l'équation (6) on a

$$K = bR$$
$$\alpha = bR\,(1 - \text{log nat. } bR)$$
$$\beta = a$$

a et *b* étant les coefficients de la formule de Weiss, R la résistance du circuit de décharge.

En outre, j'ai montré que dans toutes les décharges il faut considérer une partie active et une partie inactive, la première finissant lorsque le potentiel atteint une certaine valeur indépendante de la capacité, *b*R ; cette valeur du potentiel est atteinte au temps *t* de la décharge donné par l'expression

$$t = RC \text{ log. nat. } \frac{V}{bR} \qquad (6^{bis})$$

On retrouve dans ce cas particulier d'excitation la même valeur limite, *b*, des intensités actives que celle obtenue plus haut par la considération de l'excitation élémentaire déduite de la loi générale de Weiss.

Des formules précédentes (6) et (6bis) il résulte une utile interprétation des coefficients *a* et *b* de Weiss, interprétation qui permet de déterminer pratiquement et approximativement ces coefficients ; *a* représente la quantité d'électricité mise en jeu par la décharge d'une capacité aussi petite que possible qui produirait le seuil de l'excitatiou, *b*R représente le voltage auquel doit être porté une capacité aussi grande que possible et ayant une durée d'action infinie, ou, ce qui revient au même, le voltage d'un courant continu qui agirait pendant un temps infini sur l'excitation et qui produirait le seuil. Par suite, *b* représente l'intensité du courant continu de durée d'action infinie qui provoquerait la réponse minima. Ces conditions ne sont réalisables qu'approximativement, puisque, notamment, le courant continu ne parait avoir d'action sur le nerf que pendant la durée de la période latente.

De plus on voit facilement que le rapport $\frac{a}{b}$ représente la durée d'action de la décharge qui provoque le seuil avec le minimum d'énergie ; or, l'expérience montre que la valeur de ce rapport est sensiblement

(1) Cluzet. — Sur l'excitation des nerfs par décharges de condensateurs (*Comptes rendus de l'Académie des Sciences*, 1903, p. 670 ; *Annales d'Électrobiologie*, 1905).

constante, quelles que soient les conditions expérimentales : dans mes expériences sur la grenouille verte j'ai obtenu (1) 0,0008 sec. environ et la plupart des expériences publiées par les auteurs, de Zanietowski notamment, donnent aussi ce nombre. M et Mme Lapicque ont obtenu plus tard des valeurs plus grandes, 0,003 sec. pour le gastrocnémien de grenouille verte et 0,007 sec. pour le gastrocnémien de grenouille rousse.

L. Hermann (2), dans un récent travail, constate d'abord que la formule de Hoorweg est absolument insuffisante pour le nerf (elle donne une erreur de 44 °/₀ dans une expérience citée plus loin); puis l'éminent physiologiste allemand essaie de résoudre la question de la manière suivante. Tous les auteurs ont constaté l'existence d'une ***décharge optima*** (correspondant à une certaine capacité chargée à un potentiel convenable) qui donne le seuil de la contraction avec le minimum d'énergie, la durée de cette décharge peut être évaluée pratiquement, d'après Hermann, à 0,002 sec. environ. D'autre part, les mesures de la

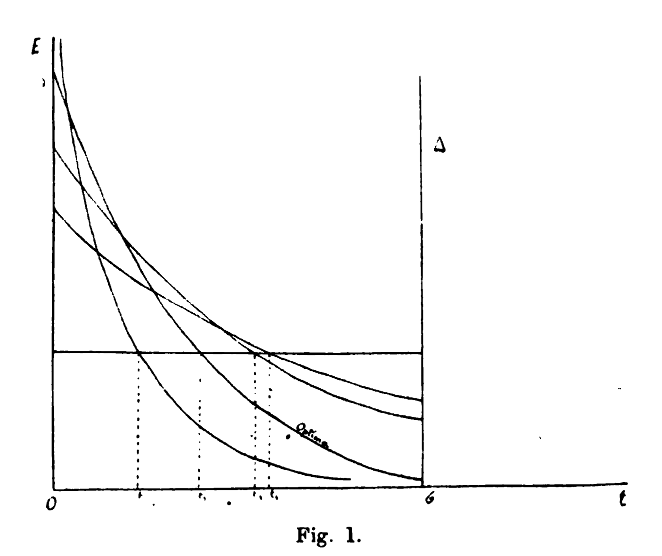


Fig. 1.

période d'excitation latente du muscle ont donné ce même nombre, 0,002 sec. environ, à Gad, Tiegerstedt, Sanderson, Bernstein, etc.

L. Hermann en déduit que dans la décharge optima l'énergie dépensée

(1) CLUZET. Sur l'excitation des nerfs par décharges de condensateur. (C. R. de l'*Acad. des Sciences*, janvier 1904).

(2) L. HERMANN. Ueber indirekte Muskelreizung durch Kondensator Entladungen (*Pflüger's Archiv*, 1906, s. 537-666).



est tout entière (pratiquement) utilisée parce qu'elle tombe sur le nerf exactement pendant la période latente, σ ; pour des capacités plus grandes ou plus petites que celle donnant la décharge optima, l'énergie dépensée est plus grande parce que la portion principale de la décharge a une durée plus grande ou plus petite que σ. En outre, L. Hermann admet que pour toutes les capacités plus grandes que l'optima, les portions de décharge qui ont une durée égale à la période latente, σ, correspondent à la même quantité d'énergie, A, qui est l'énergie dépensée dans la décharge optima, En d'autre termes, si pour des capacités croissantes à partir de l'optima, on dépense une quantité d'énergie de plus en plus grande pour provoquer la réponse minima, la quantité d'énergie vraiment utilisée, parce qu'elle tombe sur le nerf pendant la période latente, σ, est toujours la même, A. Si l'on trace les courbes de décharge (fig. 1), la droite Δ d'abscisse égale à σ, limite la portion efficace des décharges, et toutes ces portions de courbe correspondent à la même quantité d'énergie.

De là l'équation :

$$q\left(1 - e^{-\varphi K}\right) = A \qquad (7)$$

qui régit, d'après Hermann, les décharges de condensateur donnant la contraction minima avec des capacités plus grandes que la capacité optima ; les valeurs de K, q, φ, sont les suivantes :

$$K = \frac{1}{C}$$

$$q = V^2 C$$

$$\varphi = \frac{2\sigma}{R}$$

C, V, R, ayant les significations habituelles.

En comparant les trois formules (5), (6) et (7) on voit, notamment, que la formule (5) de Hoorweg repose sur l'hypothèse injustifiée d'après laquelle toute la décharge est utilisée dans l'excitation, tandis que les formules (6) et (7) reposent sur l'existence d'une portion inactive. Pour L. Hermann, les décharges sont inactives à partir d'une certaine durée égale à la durée d'action de la capacité optima : cette hypothèse ne s'applique évidemment qu'aux capacités plus grandes que celle donnant le seuil avec le minimum d'énergie (capacité optima) Pour moi, toutes les décharges sont inactives à partir d'une certaine valeur du potentiel, valeur du potentiel qui est atteinte au temps t_1 t_2 t_3 . . (fig. 1) donnés par la relation (6 bis).

Pour L. Hermann, la durée d'action de la capacité optima et des

capacités plus grandes égale la période latente du muscle (soit environ 0,002 sec) ; pour moi, la durée d'action de la capacité optima est plus faible que la période latente (égale environ à 0,0008 sec.) et les durées d'action des capacités plus grandes augmentent et se rapprochent de la période latente.

On remarquera en outre que, si l'expression (7) de Hermann repose sur des hypothèses, d'ailleurs très séduisantes, l'équation (6) est déduite directement de la loi générale de Weiss qui, elle-même, est la traduction pure et simple de résultats expérimentaux : c'est là une garantie appréciable.

D'ailleurs, le tableau suivant donne les nombre fournis par les trois

Expérience de L Hermann (*Pflüger's Archiv.*, mars 1906, p 545).

C en microforad.	V mesuré en millivolts	V calculé par la formule de Hoorweg	Erreur °/o	V calculé par la formule de Hermann	Erreur °/o	V calculé * par la formule de Cluzet	Erreur °/o
1	56,4	81,2	+ 44	58,4	+ 3,5	56,9	+ 0,9
0,5	62	82,6	+ 33	61	— 1,6	62,3	+ 0,5
0,2	69,5	86,6	+ 25	68,7	— 1,2	72,7	+ 4,3
0,1	82,5	93,4	+ 13	81,8	— 0,8	87	+ 5,1
0,05	107,8	106,8	— 1	107,1	— 0,6	109,2	+ 1,2
0,02 capacité optima	163,5	147,3	— 10	168,9	+ 2,1	162,6	— 0,6
0,01	242,5	214,7	— 11			239	— 1,5
0,005	381,9	349,4	— 8			377	— 1,3
0,002	765,4	753,8	— 1			759	— 8,8
0,001	1411,8	1426,6	+ 1			1315	— 7.3

* Les coefficients *a* et *b* dont la connaissance est nécessaire pour résoudre l'équation (6) sont calculés à partir de la capacité optima et de son voltage d'après des formules indiquées dans mon mémoire.

formules avec, en regard, les nombres obtenus par L Hermann dans une de ses expériences.

En comparant les valeurs des erreurs °/o, on voit que, conformément aux conclusions de Hermann, la formule de Hoorweg est à rejeter ; au contraire, l'approximation donnée par la formule de Hermann et par la mienne est satisfaisante

Cet exemple montre encore que les limites entre lesquelles s'applique la formule de Hermann sont très rapprochées.

B) Excitation par fermetures de courants continus

La loi de Du Bois-Reymond appliquée au courant continu donne

$$\eta = \alpha i$$

cela signifie que l'excitation est dans ce cas proportionnellle à l'intensité du courant continu. Conformément à cette conclusion, l'expérience montre que, en général, le même nerf ou le même muscle, dans les mêmes conditions d'excitabilité, paraît demander sensiblement la même intensité pour donner le seuil de la contraction musculaire.

Cependant, M. Dubois a le premier appelé l'attention sur ce fait : si on fait varier la résistance du circuit sans toucher au nerf ni au muscle, l'intensité nécessaire au seuil varie ; c'est ainsi qu'en augmentant la résistance de 0 à 10 000 ohms. Dubois a vu l'intensité nécessaire au seuil augmenter de 0,188 à 1,520 milliampères. Aussi cet auteur s'est-il cru autorisé à affirmer que « l'intensité n'y est pour rien. »

Hoorweg a montré que la variation de l'intensité constatée par Dubois tient à la self-induction des résistances intercalées ; en diminuant la self autant que possible on obtient une intensité minimum qui semble proportionnelle à l'effet physiologique produit par le coùrant continu.

Mais si les variations de la self-induction paraissent, en effet, devoir être souvent mises en cause, il est hors de doute que l'intensité du seuil varie dans certains cas, indépendamment de la self-induction ; on constate ces variations par exemple lorsqu'on emploie des rhéostats liquides et lorsqu'on supprime complètement la self-induction.

Aussi, un autre facteur que l'intensité à l'état permanent doit entrer en ligne de compte : c'est la vitesse de fermeture. A l'aide de la loi de Weiss on peut d'ailleurs se rendre compte de l'importance que doit avoir la rapidité de la fermeture ; c'est ainsi que je vais envisager ce mode d'excitation, puisque d'autre part on a considéré justement le cas de la fermeture du courant continu comme échappant à la loi de Weiss.

Tout d'abord, et Weiss a beaucoup insisté sur ce point, la formule $Q = a + bt$ ne s'applique rigoureusement qu'à des ondes dont la durée d'action est inférieure à la période latente. Pour l'appliquer à des ondes plus longues, et en particulier au courant continu de durée infinie, il faut accepter une hypothèse préalable.

Admettons, comme le fait L. Hermann pour les décharges de condensateurs dont la durée est plus grande que la période latente, que le nerf soit excitable seulement pendant la période latente et passe ensuite dans un état réfractaire.

La durée d'action d'une onde de longue durée sera alors égale à la

période latente; il en sera ainsi notamment pour les condensateurs de forte capacité et pour le courant continu de durée théoriquement infinie.

De telle sorte que s'il s'agit d'un courant continu à fermeture instantanée, c'est-à-dire d'un courant qui atteint dans un temps nul son intensité permanente, la formule de Weiss devient :

$$i\,\sigma = a + b\,\sigma;$$ (σ représentant la période latente)

et de là on pourra déduire la valeur de l'intensité i correspondant au seuil, si l'on connaît a, b et σ. On peut aussi inversement déduire la valeur σ de cette formule, si l'on connaît les autres quantités; d'une expérience de Weiss (7 décembre 1900), on tire ainsi : $\sigma = 0{,}0033$ sec.

Mais, en raison de la petitesse des durées d'action, le temps de la fermeture n'est jamais nul : pratiquement, il varie même d'une expérience à l'autre : les clés de Morse qui nous servent à l'exploration se ferment avec des vitesses relativement petites et variables.

Or, supposons un instant que la vitesse de fermeture soit constante et que nous fassions varier l'intensité jusqu'à avoir le seuil, soit t_1 la durée de la fermeture. Les diverses ondes employées peuvent être représentées par les lignes *olp*, *omn*, *ors* (fig. 2). Parmi elles, une seule

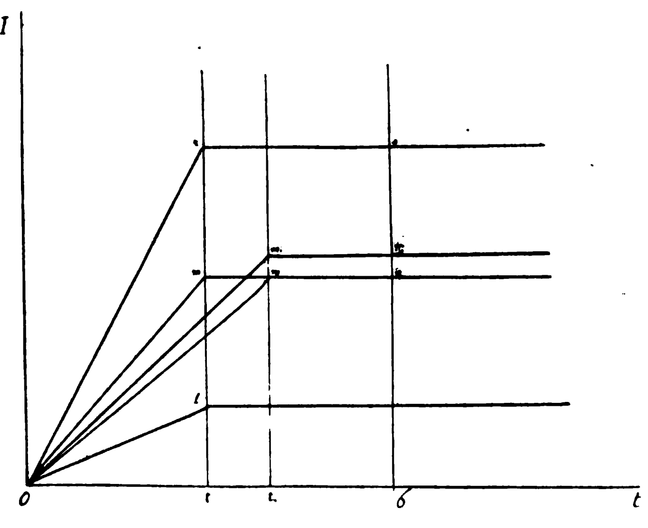


Fig. 2.

omn, par exemple, sera telle que la quantité d'électricité mise en jeu pendant la période latente, σ, et représentée par la surface *omn*σ, satisfasse à l'équation

$$q = a + b\sigma.$$

Cette onde donne le seuil de la contraction; celles qui mettent en jeu

pendant le même temps σ, une quantité d'électricité plus petite, sont inactives, et celles qui mettent en jeu une quantité d'électricité plus grande, donnent une secousse supraminimale.

Mais, dans la pratique, la vitesse de fermeture n'est pas constante, et telle intensité qui donne le seuil pour une fermeture de durée t_1 ne le donne plus à la fermeture suivante si la durée t_2 de celle-ci est plus grande que t : on voit, qu'en effet, dans ce second cas, la quantité d'électricité mise en jeu $om'n\sigma$ est plus petite que dans les cas précédents et ne vérifie plus, par suite, la formule de Weiss. Avec ce temps t_2 de fermeture, il faudrait, pour déterminer le seuil, augmenter l'intensité de manière que la quantité d'électricité mise en jeu soit représentée par la surface $om'_1n'_1\sigma$, égale à la surface $omn\sigma$.

Ainsi, plus la fermeture est rapide et moins est grande l'intensité permanente qui donne le seuil.

Il résulte de là que l'intensité mesurée au milliampèremètre, c'est-à-dire l'intensité de la période d'état du courant continu, n'est caractéristique de l'excitabilité que si elle est seule à vérifier la formule de Weiss, c'est-à-dire si la vitesse de fermeture est toujours la même. Mais, pour une excitabilité constante de l'organe examiné, cette intensité varie si, comme cela arrive le plus souvent en électrodiagnostic, la vitesse de fermeture varie

Ainsi s'expliquent les écarts observés par tous les expérimentateurs lorsqu'on recherche l'intensité correspondant au seuil sur un même nerf à des époques plus ou moins éloignées. On voit que, d'après la loi de Weiss, l'intensité donnant le seuil, ne dépendra que de l'excitabilité si, après avoir réduit autant que possible les variations de self-induction, on provoque les fermetures du courant avec la même vitesse.

III. — Excitation des nerfs a l'état pathologique. Electrodiagnostic.

A l'état pathologique, on sait que la loi des actions polaires n'est pas toujours vérifiée; l'inversion dans l'ordre d'apparition des secousses (observée avec les fermetures de courant continu ou avec les décharges de condensateur) tient simplement à des inégalités d'excitabilité qui se produisent dans les diverses parties de l'organe nervo-musculaire examiné (1). On a déjà observé d'ailleurs, depuis longtemps, que l'inversion est un signe inconstant dans les cas de dégénérescence

(1) Cluzet. — Sur l'explication du renversement des actions polaires dans les syndromes de dégénérescence. (*Annales d'électrobiologie,* 1903, N° 3 : *Archives d'électricité médicale,* 15 juillet 1903).

et qu'il n'a pas l'importance de certaines autres réactions électriques, de la lenteur de la secousse, notamment.

On obtient encore d'autres anomalies quand on étudie l'excitabilité des nerfs et des muscles à l'état pathologique ; ces anomalies sont appelées quantitatives par opposition aux précédentes (inversion des actions polaires et lenteur de la secousse), que l'on désigne sous le nom de modifications qualitatives. Les modifications quantitatives sont obtenues en cherchant le seuil de la contraction musculaire soit avec l'appareil à faradisation, soit avec les fermetures de courant continu, soit avec les décharges de condensateur. On conclut alors, en comparant avec les nombres obtenus dans les mêmes conditions sur l'organe normal, à une augmentation ou à une diminution de l'excitabilité ; on met ainsi en évidence une hyperexcitabilité ou une hypoexcitabilité de tout l'organe nervomusculaire, de même que, par l'inversion des actions polaires, on met en évidence une variation d'excitabilité dans une portion seulement de l'organe.

Mais il faut bien observer que l'augmentation ou la diminution d'excitabilité ainsi obtenue ne s'applique qu'à la forme du courant employée : elle ne saurait donner de renseignements sur l'excitabilité absolue du nerf ou du muscle. C'est ainsi que dans certains cas on obtient sur le même muscle une exagération de l'excitabilité galvanique et une diminution de l'excitabilité faradique.

L'excitation par décharges de condensateurs, qui donne de très bons résultats, comme M. Zanietowski l'a montré le premier, est pourtant incapable, ainsi que les autres modes particuliers d'excitation, de renseigner sur l'excitabilité absolue de l'organe : les indications très précises qui sont obtenues ne s'appliquent qu'à la décharge du condensateur employé.

Or, il est utile de connaître une formule générale de l'excitabilité du nerf, indépendante de l'onde employée et s'appliquant à toutes les ondes électriques. Cette formule générale ne peut être obtenue que si l'on connait la *loi d'excitation des nerfs* à l'état normal et les modifications apportées par l'état pathologique.

Hoorweg (1) a eu le premier le mérite de faire connaitre une méthode d'électrodiagnostic basée sur ce principe. Cet auteur a proposé de caractériser un nerf ou un muscle par la valeur que prennent les coefficients α et β de la loi générale

$$\varepsilon = \alpha i e^{-\beta t}.$$

(1) Hoorweg — Recherches sur l'excitation électrique des nerfs (*Archives Teyler*, S. II t. VII).

Il détermine le coefficient α en provoquant le seuil de la contraction musculaire au moyen des charges ou décharges de deux condensateurs de capacité connue c_1 et c_2 et en portant les valeurs obtenues ainsi pour le potentiel de charge V_1 et V_2 dans l'expression

$$\alpha = 10^3 \frac{\frac{1}{c_1} - \frac{1}{c_2}}{V_1 - V_2}$$

Pour avoir β on cherche l'intensité, I, du courant continu qui donne le seuil par fermeture, et l'on a alors

$$\beta = \alpha I.$$

« Les deux coefficients α et β ainsi trouvés déterminent indubitablement la condition physiologique et pathologique des nerfs et des muscles et sont entièrement indépendants des instruments employés. Pourvu que l'électrode active soit de même surface, par exemple 1 c m c., les résultats de différents jours mais aussi de différents expérimentateurs sont parfaitement comparables entre eux. Une observation faite à Berlin peut être contrôlée à Paris, même plusieurs années plus tard (Hoorweg). »

On ne saurait mieux justifier que par ces mots l'emploi de *la loi d'excitation* en électrodiagnostic; mais, sans nous en tenir à la formule de Hoorweg, que nous avons vu prêter à certaines critiques et donner des résultats par trop approchés dans certains cas, appliquons la loi de Weiss, qui, au contraire, paraît satisfaire à tous les désidérata.

Il suffira de déterminer les coefficients a et b dans ces conditions bien définies (grandeur et position des électrodes) ; la formule de Weiss

$$Q = a + b\,t$$

permettra alors de caractériser l'excitabilité du nerf considéré.

En cherchant la valeur des coefficients quand l'électrode active est négative, puis quand elle est positive, on aura deux expressions linéaires qui feront connaître, pour une onde électrique de forme et de sens quelconque, la quantité d'électricité, Q, nécessaire à l'excitation ; la valeur donnée à t sera la durée d'action de l'onde considérée.

La détermination de a et b pourra se faire avec une approximation suffisante de la manière suivante. On mesure d'abord le voltage du courant continu qui, par fermeture instantanée, donne le seuil, on a ainsi approximativement la valeur du terme bR, l'intensité du courant donnant sensiblement la valeur de b; au moyen d'un condensateur de capacité connue, C, on provoque ensuite le seuil et on mesure le voltage V nécessaire à cet effet Il suffit alors de porter les valeurs obtenues pour bR, C et V dans l'expression (6) pour avoir a.

La résolution de l'équation (6) pourra être faite au moyen d'une table à double entrée construite pour une capacité de 0.01 mf. par exemple; la construction de cette table est facile, car les valeurs de V et de *b* R varient dans des limites très rapprochées.

Dans les cas de dégénérescence, lorsqu'on constate des réactions électriques anormales, les valeurs obtenues pour *b* sont, ou plus petites ou plus grandes qu'à l'état normal, suivant que l'on constate de l'hyper ou de l'hypoexcitabilité galvanique. Les valeurs obtenues pour *a* ont été, dans presque tous les cas anormaux que j'ai examinés, plus grandes qu'à l'état normal : au lieu de 0,5 microcoul., j'ai obtenu, par exemple, 3,8 microcoul. dans un cas de névrite saturnine, et 2,1 microcoul. dans un cas de paralysie faciale. Tous ces cas présentaient de l'hypoexcitabilité faradique.

De cette augmentation de *a* qu'entraîne la dégénérescence, il résulte une augmentation du second membre de la formule de Weiss, qui explique, comme on le verra plus loin, pourquoi l'inexcitabilité faradique peut coexister avec l'hyperexcitabilité galvanique.

Dans les quelques affections présentant de l'hyperexcitabilité faradique que j'ai pu examiner, j'ai obtenu pour *a* une valeur plus petite que la normale.

Inversement, suivant que *a* est plus grand ou plus petit que sa valeur normale, on obtient de l'hypo ou de l'hyperexcitabilité faradique; suivant que *b* est plus grand ou plus petit que sa valeur normale, on obtient de l'hypo ou de l'hyperexcitabillté galvanique : les résultats expérimentaux sont conformes là-dessus à ce que permet de prévoir la considération théorique de la loi de Weiss.

La connaissance de *a* et *b* permettra encore notamment d'évaluer le rapport $\frac{a}{b}$ qui présente une importance capitale. Ce rapport, en effet, ne dépend que de l'excitabilité de l'organe considéré, et les conditions expérimentales, qui ont une certaine influence sur les valeurs obtenues pour *a* et *b*, ne paraissent pas le faire varier sensiblement. D'ailleurs, on a vu plus haut que $\frac{a}{b}$ représente la durée d'action de l'onde donnant le seuil avec le minimum d'énergie et, comme l'ont montré M. et Mme Lapicque, sa valeur caractérise la vitesse d'excitation et de contraction des différents muscles.

Or, par suite de l'augmentation de *a*, qui s'accompagne d'ailleurs souvent de la diminution de *b*, ce rapport augmente dans les cas de dégénérescence nerveuse et musculaire : à l'état normal sa valeur est plus



petite que 0,001 seconde, tandis qu'à l'état pathologique il atteint chez l'homme plusieurs centièmes de seconde. Le rapport $\frac{a}{b}$ suit ainsi l'augmentation que subit la période latente du muscle en dégénérescence. Guerrini (1) a montré, en effet, que si pour un muscle normal de grenouille la période latente est 0,0058 sec., elle peut atteindre 0,048 sec. pour un muscle dégénéré ; sa valeur est d'ailleurs d'autant plus grande que la dénégérescence est plus avancée.

Enfin, il est facile de montrer que la formule de Weiss permet de se rendre compte de la coexistence possible d'inexcitabilité faradique et d'hyperexcitabilité galvanique. Pour la clarté de l'exposition, considérons un exemple. J'ai obtenu sur le biceps d'une malade atteinte de paralysie saturine (exceptionnellement le biceps et le long supinateur étaient paralysés) $a = 2\ 8$ microcoul. et $b = 0,8$ milliampères ; ce même muscle présentait la lenteur de la secousse, l'inexcitabilité faradique et l'hyperexcitabilité galvanique.

Or la formule

$$Q = 2,8.10^{-6} + 0,8.10^{-3}\, t$$

appliquée au courant continu donne

$$i\, \tau = 2,8.10^{-6} + 0,8.10^{-3}\, \tau,$$

étant la valeur de la période latente qui, pour un muscle en dégénérescence, peut être voisine de 0,01 sec. On tire de là $i = 1,08$ milliamp., et par suite on peut conclure à l'hyperexcitabilité galvanique.

Mais, considérons maintenant une onde de très courte durée, courant induit ou décharge de faible capacité ; la durée d'action d'une pareille onde étant très courte, le terme en t de la formule de Weiss n'entre pas en ligne de compte et la quantité d'électricité que devra mettre en jeu l'onde employée pour déterminer le seuil sera plus grande que 2,8 microcoulombs. Pour un muscle sain, la quantité d'électricité égale à 0,6 microcoulombs suffit pour déterminer le seuil Il faudra donc, dans le cas du muscle dégénéré, s'il s'agit d'une onde induite, employer une intensité de courant faradique beaucoup plus grande qu'à l'état normal et l'on concluera à une grande hypoexcitabilité ou même une inexcitabilité faradique.

CONCLUSION

Pour résumer en quelques mots les considérations précédentes, on peut dire que la loi de Weiss, appliquée aux divers modes cliniques

(1) GUERRINI. — Temps d'excitation latente du muscle dégénéré. *Archi. ital de biologie*, mars 1906.

d'excitation électrique, permet d'expliquer les résultats observés, notamment, les variations de l'intensité du courant continu donnant le seuil de la contraction, les valeurs obtenues avec les décharges des condensateurs, la cœxistence possible d'hypoexcitabilité faradique et d'hyperexcitabilité galvanique, etc.

La formule que j'ai proposée, pour l'excitation par condensateurs, donne de meilleurs résultats que la formule de Hoorweg, et est plus complète que celle de Hermann; elle permet de déterminer pratiquement les cœfficients de la loi de Weiss et de caractériser ainsi de la meilleure manière l'excitabilité absolue d'un nerf ou d'un muscle, normal ou pathologique

---

DISCUSSION

L'Assemblée décide que la discussion de ce rapport se ferait en même temps que la discussion du mémoire de M Zanietowski sur le même sujet.

Du traitement des Epithéliomas.

Par M. le Professeur **E. SCHIFF** (Vienne).

MESSIEURS,

C'est avec la plus vive satisfaction que je réponds à la flatteuse invitation qui m'a été adressée, de venir parler ici du traitement des cancers cutanés par les rayons Röntgen. Le sujet, tant au point de vue anatomo-pathologique qu'au point de vue thérapeutique, est d'une importance considérable, et sa littérature est devenue volumineuse et internationale. Lorsque j'aurai passé en revue cette littérature dans l'ordre chronologique, je prendrai comme tâche, d'examiner dans un court aperçu, les travaux qui ont apporté sur ce chapitre quelque chose de nouveau et d'original.

Avant tout, permettez-moi de dire quelques mots sur le traitement non opératoire de l'épithélioma et sur le principe de ce traitement.

Il est indispensable de s'entendre sur la définition de ce groupe de tumeurs et sur la classification des différentes formes. *On appelle Epithélioma des tumeurs provenant d'une poliférution atypique de l'épiderme ou de ses annexes.* De ces tumeurs épithéliales, un groupe se distingue par sa propension à envahir les parties voisines. Le caractère malin de ces tumeurs réside dans le transport des germes par les voies sanguines ou lymphatiques. Ce sont les vrais carcinomes.

On désigne donc en général, sous le nom d'Epithélioma, des tumeurs telles qu'elles restent localisées et qui, par conséquent, peuvent être regardées d'ordinaire et sauf quelques restrictions, comme bénignes. Alors que les carcinomes sont caractérisés par un développement rapide, alors que les ganglions lympathiques voisins s'infiltrent rapidement, les épithéliomas peuvent rester plusieurs années, pendant dix ans, sans perdre leur caractère fondamental et sans entraîner les ganglions lympathiques du voisinage dans le processus commun. Sans doute, malgré cette marche extraordinairement languissante, on observe un développement, un envahissement lent et continu des tissus sous-

jacents. Chaque épithélioma varie d'une manière très considérable; souvent un cas bénin au début peut prendre le caractère malin dont nous venons de parler. La difficulté réside dans l'évaluation du plus ou moins de malignité au moment où l'on doit commencer le traitement et aussi dans l'établissement d'un pronostic certain. On peut, en général, regarder les formations suivantes comme absolument de mauvaise nature : épithéliomas accompagnés d'adénopathies spécifiques et autres manifestations dues à la métastase; épithéliomas qui représentent eux-mêmes des métastases cutanées d'un épithélioma primitif siégeant sur une autre partie du corps; enfin, lestumeurs, qui appartiennent à la variété des épithéliomas cutanés primitifs, mais qui ont pris l'aspect et la structure des carcinomes alvéolaires. En ce qui concerne l'appréciation de la nature maligne dès le début de l'affection, on sait que ces épithéliomas ont coutume de prendre une tournure maligne, qui commencent sous l'aspect d'une maladie de Paget, d'un xéroderma pigmentosum, ou bien qui se développent sur des tissus lupiques, ou sur un nœvus pigmenteux. De même aussi ceux qui se distinguent par leur étiologie, par exemple le cancer des ramoneurs, l'épithélioma des raffineurs de pétrole.

Comme épithéliomes bénins nous citerons ces formes de l'affection, tout au moins dans leur stade du début, qui se développent sur le terrain des « Dermatoses » dites précarcinomateuses, comme par exemple sur celui d'un xanthôme, d'un kératome sénile, ou d'une verrue séborrhéique, etc. De plus, les épithéliomas, qui sans manifestations pathologiques locales antérieures, se montrent avec « la nodosité perlée », caractéristique.

La thérapeutique se modifie très sensiblement, selon les différents caractères des épithéliomas Il est bien entendu, et point n'est besoin d'une discussion plus longue sur ce point, que l'extirpation avec le bistouri est la méthode la plus radicale.

Mais il y a des cas précisément où le bistouri est contreindiqué. Les cas soignés par l'extirpation totale donnent, le plus souvent, des résultats qui laissent à désirer au point de vue esthétique. Il faut remarquer, en outre, que cette extirpation totale n'est qu'apparente. Il survient des récidives qui sont la cause d'enlaidissements considérables, si elles ont été opérées plusieurs fois Il faut, de plus, tenir compte que c'est au visage que se montre le plus souvent les épithéliomes Il est donc compréhensible que des malades, atteints de cette affection sur des parties visibles du corps, repoussent le bistouri et soient reconnaissants au médecin pouvant leur proposer une méthode qui, sans opération et sans crainte de cicatrice, leur permet d'espérer la guérison. Très nombreux sont les

moyens médicaux recommandés pour la destruction des tissus épithéliomateux, comme l'acide arsénieux.

Les indications de la thérapeutique pharmacologique ne se rapportent, ainsi que je l'ai indiqué, qu'à des catégories bien déterminées d'épithélioma, qu'on peut appeler : « Epithéliomes des Dermatologistes ». L'épithéliome perlé, en général, l'épithéliome secondaire à une verrue séborrhéique, à un papillôme, à un kératome sénile, sont par conséquent les cas où triomphe l'arsenic appliqué localement et où il doit être préféré au bistouri. Les résultats sont plus sûrs et d'autre part cette méthode a l'avantage de ne laisser que des cicatrices à peine visibles, ce qui évite les défigurements ou les mutilations.

A côté du traitement chirurgical et chimique de l'épithéliome, il faut nommer la thérapeutique physique. Alors que l'action des rayons Röntgen sur le lupus est hors de doute et que cette médication introduite par moi ne rencontre plus d'adversaire sérieux, l'action bienfaisante de ces mêmes rayons, sur l'épithélioma, n'est pas encore admise généralement. Si vous me permettez de rapporter mes propres expériences sur ce sujet, je puis vous dire que je suis fermement convaincu de l'influence heureuse des irradiations sur le lupus et l'épithélioma; d'éminents confrères rapportent des résultats semblables.

L'examen de la littérature ferait penser que le terme d'*épithélioma* n'est pas suffisamment précis : certains auteurs rangent par erreur parmi les épithéliomas de grands sarcomes cutanés. De plus nous regrettons souvent l'absence précisément d'indications histologiques. En outre, pour parler aussi du côté technique, on est très sobre sur les détails du traitement. Tout cela rend très difficile l'établissement d'une statistique et d'un tableau, ainsi que je l'ai essayé. Mes données pourraient, par conséquent, ne présenter qu'une valeur relative, puisqu'elles ne concernent qu'une partie des épithéliomes traités par les rayons Röntgen et également une partie des guérisons qui leur correspondent. Bien que l'on n'ait pas relaté tous les cas, il est un fait, que les rapports d'auteurs remarquables des autres pays sur le traitement des épithéliomes par les rayons X nous sont une garantie, que les conclusions que nous tirons malgré une statistique incomplète, ont de la valeur et ne sont pas que l'expression d'une conviction personnelle. Nous citerons la littérature autant que possible dans l'ordre chronologique.

La première communication relative au traitement du cancer par les rayons Röntgen est due à Gocht. Il s'agissait d'une femme de 54 ans portant un cancer ulcéré et incurable au sein droit. A cause des douleurs et *solaminis causa* traitement quotidien. La malade se sentit mieux. Les douleurs disparurent presque. Au 7e jour, subitement,

température élevée et apparition d'un érysipèle qui gagna rapidement le dos, la poitrine et le bras droit tout entier. Cet érysipèle, à notre avis, doit être regardé peut-être comme une radiodermite. Dans les jours suivants, hémorrhagie du carcinome ulcéré et au 17e jour après l'admission de la malade, terminaison mortelle: cachexie et sepsie. — Une deuxième malade de 46 ans souffrait d'un cancer récidivé du sein et avait été opérée plusieurs fois, en dernier lieu en 1896. Dans ce cas également les douleurs disparurent vite, pour recommencer dès que le traitement fut abandonné Depuis, de nombreux cas de cancers traités par les rayons de Röntgen ont été publiés, sur lesquels je ne puis m'étendre ici.

L'histoire de la thérapeutique des rayons de Röntgen dans l'épithélioma est courte, mais riche en noms et en faits. Möller, en décembre 1899, présenta, à la *Société médicale suédoise*, de Stockholm, le premier cas et, dans la même séance, un cas soigné par Stenbeck. Stenbeck publia deux cas en janvier 1900, et cinq cas avec Bollaan. Sequeira, en janvier 1900, présenta, à la *Société Röntgen*, de Londres, quatre cas d'ulcus rodens traités avec brillants succès.

Dans la *Bibliotheca Medica* (volume D. II. Chapitre 8) : « De l'influence de la lumière sur la peau à l'état sain et à l'état pathologique », du docteur Magnus Möller, se trouve une courte communication sur le premier épithélioma soigné par les rayons de Röntgen. L'histoire du malade est la suivante : I. S. A P., lithographe, 72 ans. Depuis 14 ans, ulcère rongeant à la joue gauche qui s'étendit sans discontinuer et atteignit, enfin, la paupière inférieure, qui fut complètement intéressée dans le processus. Aucune douleur, pas de traitement médical. La joue gauche est actuellement, juin 1899, occupée par une perte de substance considérable, ovalaire, de 4 cent. en hauteur allant de la fente palpébrale à l'aile gauche du nez et, en largeur, du dos du nez jusque vers la partie moyenne de l'os malaire. La surface est inégale, présente une peau plus claire, atrophiée, peu mobile. Çà et là, des croûtes molles recouvrent des ulcérations légèrement saignantes. Un sillon étroit entoure toute la partie malade : en dehors de ce sillon, bourrelet légèrement surelevé de la couleur de la peau saine avoisinante. La paupière supérieure est complètement perdue et la perte de substance s'étend sans délimitation nette à la conjonctive hypertrophiée. Pas de gonflement des glandes lymphatiques. Le diagnostic épithélioma fut précédé d'un examen microscopique. Le traitement commença le 28 juin 1899. Déjà, après 15 séances, on vit un changement appréciable. Les croûtes tombèrent et les ulcérations commencèrent à se couvrir d'un mince épiderme. Les particularités du traitement

mises à part, on peut dire qu'il fut continué avec des interruptions plus courtes ou plus longues, jusqu'au début de février 1900, et comprit environ 100 irradiations. La grande partie centrale de l'affection guérit assez vite, elle était déjà bien avant la première réaction. Mais les bords continuèrent opiniâtrement à s'élever; ils cédèrent peu à peu, mais seulement après qu'une réaction assez intense se fût montrée. Le point de démarcation de la peau guérie à la conjonctive présenta, vers la fin du traitement, un aspect douteux. Un traitement plus prolongé de ce point ne parut pas cependant avantageux pour plusieurs raisons.

Le patient se présenta 3 mois plus tard, en mai 1900. La surface cutanée guérie ne présente pas de récidive. Au point douteux signalé plus haut, la reproduction s'est faite plus tard et s'est augmentée vers la profondeur; c'est pourquoi le malade fut envoyé dans une maison de santé pour y subir un traitement chirurgical Après l'ablation de la partie malade et une opération plastique subséquente, le résultat est particulièrement bon. L'angle externe de la paupière inférieure est abaissé, il est vrai, mais, à part cela, l'aspect est excellent.

Stenbeck, de Stockholm, a, un des premiers, traité le cancroïde par les rayons Röntgen. Un cas a trait à un « épithélioma profond (?) », le deuxième à un « épithélioma superficiel ». Dans les deux cas, les résultats furent heureux. Stenbeck et Bollaan ont publié cinq cas de cancroïdes, de la face, qui furent bien guéris. L'aspect des cicatrices est idéal. Sjören, de Stockholm, a présenté, en 1900, à la *Société des médecins Suédois*, un cas d'épithélioma de la face, qui fut soigné par les rayons Röntgen : « On peut espérer que cette méthode trouvera, dans l'avenir, sa place dans la thérapeutique des cancers de la peau, étant particulièrement opportune dans certains cas ». Le même auteur a fait, à la *Société des recherches naturelles de Hambourg*, un rapport sur les premiers résultats heureux dans l'épithélioma et l'ulcus rodens.

Sjören et Sederholn relatèrent cinq cas d'épithéliome. Ils concluent : « A en juger par les cas traités, les rayons Röntgen exercent une action favorable dans certaines formes de cancers de la peau et principalement dans l'ulcus rodens. » Dans 3 des 5 cas une amélioration surprenante se produisit sans réaction, dans un autre cas une réaction se montra forcément plus tard, par suite d'un traitement plus intense, ce qui eut lieu au début dans deux cas. On avait pour but, dans ceux-ci, d'amener, par la réaction, une nécrose subséquente et un affaissement de la cicatrice. On comprend alors comment la guérison peut se produire. Mais il est plus difficile d'expliquer comment les rayons Röntgen exercent une action curable dans les cas où il ne se produit aucune réaction.

Quant aux résultats éloignés de cette méthode de traitement des

cancers cutanés, il est à peine possible de tirer des conclusions définitives des cas que nous venons de rapporter tout à l'heure. Ce serait être téméraire que de vouloir regarder comme absolue une guérison de l'un quelconque de ces cas. Quand on aura, dans l'avenir, la certitude que ce traitement bien appliqué met à l'abri de toute récidive, alors on osera l'employer, avec avantage, dans ces cas où le processus très étendu ne permet pas d'attendre de la chirurgie un résultat durable sans s'exposer à des cicatrices vicieuses. En outre, comme chacun le sait, une foule de malades préfèrent un traitement long à une opération même de peu d'importance. Dans de pareils cas, il est précieux de se rappeler la méthode en question En 1897 déjà, Finsen traita, dans son Institut de lumière, un cas d'épithélioma ; depuis, le résultat s'est maintenu. Des rapports sur dix-sept cas de cancers superficiels de la peau soignés de la même manière, parmi lesquels huit furent très bien guéris, selon toute apparence, ont été fournis plus tard par le même auteur.

Sequeira rapporta douze cas d'ulcus rodens et de mal perforant. Cinq sont guéris et les autres ne se sont pas aggravés.

J'ai montré, à la séance de la *Société médicale de Vienne*, le 8 novembre 1901, un homme de 68 ans, porteur d'un épithélioma de la face. Il fut opéré, en 1900, dans un hôpital de Vienne, de cet épithélioma, qu siégeait dans le voisinage de l'angle de l'œil gauche. Récidive.

Fin de septembre, nouvelle récidive. Je le soumis alors à un traitement quotidien de dix minutes. A la quinzième séance, une légère réaction se produisit. Après huit nouvelles séances, la formation d'une cicatrice bien lisse, normalement colorée, se montra : le malade fut guéri.

Le deuxième a trait à une jeune fille de 30 ans, atteinte d'ulcus rodens du dos du nez et du bout de l'aile droite. La malade fut soumise trente-cinq fois aux irradiations Röntgen. L'ulcère se détergea complètement sans réaction et se cicatrisa normalement. La santé survint. Depuis, je présentai, le 21 février 1902, un épithélioma guéri de l'aile gauche du nez, chez une femme âgée de cent et un ans; également, le 14 mai, un cas d'épithélioma siégeant à la base du cou; guérison après 73 séances. Au 30 mai 1902, je pus, à la *Société de Médecine*, montrer un épithélioma guéri. Celui-ci siégeait à la racine du nez et avait la grandeur de dix liards. Il existait depuis 22 ans et avait été soigné par les méthodes les plus diverses. Je fis 33 irradiations : la longueur du traitement fut occasionnée par ce fait que, vu le siège de l'affection, une partie de peau saine se trouvait trop peu éloignée, et que cette dernière présenta une excoriation superficielle qui demanda un long temps pour se cicatriser. Le sort de ce cas fut particulièrement

remarquable. Après 6 mois, la cicatrice, qui avait remplacé l'épithélioma, se mit à rougir. Malgré les irradiations Röntgen employées de nouveau, on ne put obtenir aucun résultat. Une perte de substance se forma au bout de peu de temps et s'agrandit toujours. Je suspendis le traitement et j'eus recours à divers moyens médicaux, entre autres : à l'eau oxygénée et à la solution arsenicale de Mibelluis, sans résultat du reste. L'affection fit toujours des progrès et il se montra dans le voisinage, séparés par de la peau saine, deux nouveaux foyers, dont l'un sous la paupière gauche particulièrement en danger. Le mal gagnant toujours, je me vis forcé de laisser le malade avoir recours à une intervention chirurgicale radicale. Celle-ci fut faite par le Dr Schnitzler, de telle sorte, que tout le territoire affecté fut extirpé et couvert par un lambeau de peau. Le cas n'est pas encore terminé.

Johnson et Merril relatent : Epithéliome de la face reconnu histologiquement ; guérison après cinquante séances. Epithéliome du nez, guérison. Cancroïde ulcéré des lèvres, seulement diminution de la suppuration. Deux épithéliomes du nez, guérison. Chamberlain a soigné douze cas de cancers, parmi lesquels des épithéliomas. Durée du traitement très variable. Les rayons agissent superficiellement sur les tissus carcinomateux et entraînent le processus vers la guérison, tant que les glandes de la région sont intactes. Dans les cas incurables, ils soulagent les douleurs et empêchent les extensions considérables.

César Comas y Llaberia et Augustin Prio y Llaberia, parlent des cas suivants : Ulcère cancéreux de la peau, à la joue gauche, d'une veuve âgée de soixante-trois ans : examen histologique confirme le diagnostic. A la seizième séance, guérison. Epithéliome de la paupière, chez un homme âgé de 58 ans ; après 10 séances, amélioration sensible.

Mikulicz et Fittig ont obtenu des résultats très bons dans 3 cas d'ulcus rodens au visage par ce traitement et sont convaincus de les avoir guéris. On peut obtenir cette guérison du cancer, aussi bien par un traitement énergique et par un traitement peu intense. Mais alors que, d'après les autres auteurs, il s'agit dans ce cas d'une différenciation graduelle, pour Mikulicz et Fittig, la différence principale réside dans l'action même de l'irradiation. Au delà du degré d'influence auquel les altérations gagnent les vaisseaux, c'est la nécrose qui détruit tout et en même temps le carcinome, en deçà, c'est une dégénérescence des éléments épithéliaux qui amènent la désagrégation du cancer. Si on examine ces deux méthodes, la seconde fondée sur l'action électrique des rayons Röntgen, vis-à-vis des cellules épithéliales, est seule rationnelle, la première est dépourvue de toute efficacité spécifique. Holzknecht communiqua à la *Société des recherches naturelles de Karlsbad,* que la Röntgenthérapie de l'ulcus rodens doit être

considérée comme étant « à l'abri d'objection ». Il communiqua environ 100 cas qu'un examen histologique montra dépourvus de toute récidive pendant 2 ans. Egalement des cas des épithéliomas profondément situés, qui ne furent pas guéris radicalement par la Röntgenthérapie, paraissent améliorés, puisque l'écoulement de sanie disparut après une très faible réaction.

Sequeira, sur 80 cas d'ulcus rodens, en a guéri 34; les autres étaient encore en traitement au moment de la publication de ce rapport. Malgré de bons résultats il recommande de traiter chirurgicalement tous les cas susceptibles d'excision. Dans la discussion, Williams, Taylor et Walther, firent remarquer qu'ils avaient constaté les bons effets des rayons Röntgen. Strebel a guéri 3 cas de « cancroïde de la peau » Frieben a montré, le 21 octobre 1902, un cancroïde du dos de la main qui s'était montré après une exposition de longue durée aux rayons Röntgen. Hahn avait vu le même ulcère en janvier 1902. En mars 1902, Sick posa dans ce cas le diagnostic de cancroïde qui fut confirmé histologiquement. Désarticulation du bras à l'épaule. Lassar regarde ce cas comme un carcinome provenant d'un xeroderma pigmentosum. Je passe des observations semblables. MM. Wyss, Two-Edget-Sword, Fittig, Riehl, Baermann, Cornil, Gaucher, Linser, etc., car la question de l'ulcère de Röntgen et du carcinome qui en résulte nous détournerait de notre sujet.

Freund communiqua, à la *Société des recherches naturelles de Karlsbad* qu'il avait inventé un appareil permettant d'appliquer les rayons Röntgen dans la cavité buccale. Pour soigner par exemple une tumeur des amygdales, on introduira, dans la bouche, un tube de plomb qui sera appliqué sur la tumeur. Pusey constata de très bons résultats dans l'épithéliome.

Les avantages du procédé seraient: 1° d'être indolore; 2° les tissus malades sont seuls attaqués; 3° belles cicatrices; 4° dans les cas désespérés, la décadence finale sera retardée; 5° la douleur sera calmée. Dans le carcinome de la peau, on pourrait envisager, au début, la question de la radiothérapie. Hall Edwards a guéri, après dix-huit séances de rayons Röntgen, un épithéliome de l'œil gauche qui, malgré un traitement chirurgical, s'accrut, s'ulcéra et s'étendit jusqu'au sillon naso-lobial gauche. Comas et Prio guérirent, en seize séances, un épithélioma facial, grandissant malgré une thérapeutique chirurgicale, chez une femme de soixante-trois ans. Hall Edwards guérit également un homme de soixante-trois ans portant un épithélioma de la lèvre inférieure, en trente-sept séances. Skinner parle principalement des cancers profondément situés: dans les cas opérables le traitement amènera une amélioration en partie avant, en partie après l'opération. Les douleurs seront habituellement

calmées. Williams parle des très bons résultats obtenus dans l'épithélioma. Perthes, dans trois cas de carcinomes cutanés du visage, vit ceux-ci (ulcus rodens) se transformer en une cicatrice granuleuse. Dans la discussion, Lassar montre un cancroïde de la face guéri. Tout particulièrement remarquable, à cause de la grande quantité de matériaux, est la publication de Pashford, qui relate, dans son recueil de recherches, quatre cents cas de carcinome. Epithéliomes récidivés dans 20-40 % des cas. Guérison complète dans 141 des 216 cas, c'est-à-dire 65 %. Il ne veut, cependant, porter aucune appréciation définitive sur la valeur de ce traitement. Turnure parle de bons résultats, en partie brillants dans l'épithélioma, nuls dans le carcinome. Dans la première semaine, séance quotidienne ; dans la deuxième semaine, tous les deux jours avec répétition du cycle après une pause de quatorze jours. Ellis constata, dans deux cas de cancroïdes cutanés, les résultats histologiques suivants : nécrose à différents degrés du parenchyme et du stroma, augmentation du tissu élastique, dépôts homogènes dans les vaisseaux sanguins jusqu'à oblitération, endartérite oblitérante avec nécrose : celle-ci se montrant d'abord n'est donc pas consécutive. Holding a irradié, avec bons résultats, deux épithéliomas de la face récidivés après opération. Le même auteur rassemble 148 cas de cancers soignés par les rayons Röntgen, parmi lesquels un grand nombre d'épithéliomas et d'ulcus rodens. En présence du jugement : « complètement guéri » il reste encore sceptique. Rudis Jicinsky (1) ne put constater aucun résultat dans un carcinome de la lèvre inférieure récidivé. Grön (2) dans un ulcus rodens eut une fois cicatrisation, une fois amélioration passagère. Hardway (3), dans la discussion du rapport de Stelwagons, parle de l'heureuse influence dans l'ulcus rodens. Montgomery (4) n'a vu aucun insuccès dans plus de 100 cas d'épithélioma de la face. Bowen (5) a guéri 27 épithéliomas sur 55, 19 sont encore en traitement et les 9 autres ont échoué.

Hahn (6) relate 11 cas de productions de mauvaise nature, parmi lesquelles un ulcus rodens de la tête, du front et du côté droit de la tête ; « dans le premier cas nous n'avons rien obtenu ». Le deuxième cas fut guéri en 12 séances et récidiva au bout de trois mois. Le troisième cas, qui fut opéré à plusieurs reprises, montra une amélioration nette sinon

(1) RUDIS JICINSKY. — *New-York Med. Journal*, Februar 1903.

(2) GRÖN. — Om. Roentgenstralernes indifflydelse, etc. Ref. in : ***Fortschr. auf dun Gebiete den Röntgenstrahlen***, VII, 2, 1903.

(3, 4, 5) SICHE STELWAGON. — Refaïat in : ***Fortschr. auf dun Gebiete der Röntgenstrahlen***, VII, 2, 1903.

(6) HAHN. — Ein Kasuistischer Beitrage, etc. : ***Fortschr. auf dem Gebiete den Röntgenstrahlen***, VII, 2, 1903.

une guérison. Nous communiquerons plus loin les conclusions importantes de cet auteur : Harrison et Wills (1) communiquèrent 12 cas d'ulcus rodens traités par les rayons Röntgen avec une amélioration considérable. Coley (2) vit, dans l'intervalle de février 1902 à janvier 1903, 75 cas de tumeurs de mauvaise nature, entre autres, 15 épithéliomas de la tête, du visage, de la langue, de la mâchoire inférieure qui tous furent soignés avec résultats brillants.

Fittig (3) publia 37 cas de carcinome soignés par les rayons Röntgen : 18 intéressaient la peau. Il observa que les carcinomes cutanés, à petites cellules, pas ou peu envahissants, possédaient longtemps les qualités de l'ulcus rodens. Ils réagissaient sous les rayons Röntgen beaucoup plus énergiquement que les carcinomes à grandes cellules, envahissants et ayant gagné en profondeur. Des carcinomes cutanés, trois peuvent être considérés comme complétement guéris; chez trois autres il y a eu récidive; plus tard il y eut quatre insuccés. Pour les autres cas l'on ne peut porter un jugement définitif, la durée du traitement ayant été trop courte. La radiothérapie est d'un grand secours aux opéres

Gamlen (4) traita un épithélioma de la langue chez un homme. Amélioration nette au début : ensuite agrandissement de l'ulcère, puis cicatrisation. Finalement, récidive avec hypertrophie glandulaire étendue Morris et Dore (5) observèrent dans 12 cas sur 27 d'ulcus rodens des résultats remarquables. Thurstan Holland (6) obtint de bons résultats dans les épithéliomes, aucun dans les carcinomes inopérables. Fittig (7) présenta, le 12 janvier 1903, à la *Société de chirurgie de Berlin*, deux épithéliomes guéris : un siégeait à la paupière, l'autre au nez. Diagnostic porté après examen histologique Succès brillant, durée du traitement de quatorze jours à deux mois : tubes mous, pas trop vieux.

Perthes (8) a guéri l'ulcus rodens et d'autres carcinomes, ainsi que des récidives après opérations.

(1) HARRISON et WILLS. — Remarks on the light-treatment of lupus and rodens ulcus (*Bristol Med. Chirurg. Journal,* März 1903).

(2) COLEY. — The present status of the X-ray treatment of malignent tumors (*Archives of the Röntgen-Ray,* 21 März 1903).

(3) FITTIG. — *Beiträge zur Klinischen Chirurgie,* Band 42, Heft, 2.

(4) GAMLEN. — X-Ray treatment, etc. (*Archives of the Röntgen-Ray,* März 1003).

(5) MORRIS et DORE. — The light-treatment, etc. (*The Practitioner,* April 1903).

(6) THURSTAN HOLLAND. X-Rays, etc. (*Archives of the Röntgen-Ray,* April 1903).

(7) FITTIG. — Mit Rönrgenstrahleu behandelte Fölle. Ref. in : *Fortschr. auf dem Gebiete den Röntgenstrahlen,* VI, 5, 1903.

(8) PERTHES — Ueber den Einfluss v. n Röntgenstrahlen, etc. Vortrag auf dem deutschen Chirurgen Kongress 1903. Ref in · *Fortschr. auf dem Gebiete den Röntgenstrahlen,* VI, 5, 1905

Grubbe (1) a traité 103 cas d'épithéliomas avec des tubes très fortement raréfiés.

8 cas concernaient	l'œil :	Bons résultats dans	5.
13 — —	la langue :	— —	7.
5 — —	le vagin :	— —	5.
20 — —	la gorge :	— —	6.
2 — —	l'utérus :	— —	2.
22 — —	le nez et la joue :	— —	10.
21 — —	les lèvres :	— —	10.
12 — —	les autres parties du corps :	— —	5.

Lester (2) écrit cette phrase que le tissu cancéreux, au début de sa croissance, est sûrement détruit par les rayons Röntgen.

Exner (3) a traité, avec succès, trois carcinomes cutanés plans. Des « ulcères sanieux » se détergèrent dans un cas, guérison apparente localement. Van Allen (4) parle de la guérison de divers cancers. Daniel (5) vit, dans 25 épithéliomas, 7 améliorations, 2 cas de mort pendant le traitement, 12 insuccès; dans 3 cas, le traitement fut interrompu. Stelwagon (6) déclare que les rayons Röntgen sont très efficaces dans les épithéliomes.

Pusey (7) vit un énorme cancer cutané avec ulcération cancéreuse de la nuque guérir complètement. Burns (8), sur 55 épithéliomes en a guéri 37, amélioré 7, 19 sont encore en traitement et laissent espérer de bons résultats Jaime P. Costa (9) rapporte 4 cas d'épithéliomas étendus du visage, traités avec bon résultat. Hall-Edwards (10), dans un cas d'épithélioma du nez, obtint un brillant succès. A la suite du traitement, par les rayons Röntgen, on employa l'iode à l'intérieur : une cure d'iode

(1) Grubbe, — Treatment of Epithelioma, etc. American Röntgen Society, December 1902. Ref. in : *Fortschr. auf dem Gebiete den Röntgenstrahlen*, VI, 6, 1903.

(2) *American Medicina*, VI, 22, 1903

(3) Exner. — Zur Röntgenbehandlung, etc. *Wr. Klin. Wochenschr*, N° 23, 1903.

(4) Van Allen. — The Cure of Cancer by the use of X-ray (*Boston Med. and surg. Journal*, 25 Juni 1903).

(5) Daniel. — The X-ray as a thérapeutic agent (*Advauced Therapeutics*, August 1903).

(6) Stelwagon. — Some observations on the use of Röntgen (*Baston Med. and surg. Journ.*, 17 September 1903).

(7) Pusey. — *Hospital*, 10 Oktober 1903.

(8) Burns. — Some observations, etc (*Boston Med. and surg. Journal*, 29 October 1903).

(9) Costa. — Tratamiento del epithelioma con les reayos X (*Revista de la Sociedad medica Argentina*, XI, 1903).

(10) Hall-Edwards. — A case of epithelioma of the nose, etc. (*Archives of the Röntgen-Ray*, November 1903).

faite avant n'avait donné aucun résultat. Rieder (1), à la *Société des recherches naturelles de Cassel,* traita des bons effets obtenus jusqu'ici par le traitement lumineux : « Les cancers cutanés, de même que les productions de mauvaise nature, sont du domaine de la thérapeutique lumineuse et de la radiothérapie ». Townsend (2) parle d'un cas d'ulcus rodens du visage, chez une femme de 72 ans, guéri en 44 séances. Bruns (3) déclare que les cancroïdes de la peau donnent les meilleures espérances par l'emploi des rayons Röntgen. Pfahler (4) vint à bout d'un cancer du dos du nez en 20 séances et obtint de très bons effets esthétiques. Il tira de ce cas et de cas analogues les conclusions suivantes : « Les rayons Röntgen exercent une influence sur certains carcinomes superficiels et profonds. Les résultats, au point de vue de l'esthétique, dans le carcinome cutané, sont, avec les rayons Röntgen, bien meilleurs que dans tous les autres modes de traitement ». Bevau (5) recommande les rayons Röntgen pour soigner les carcinomes de la peau : 1° quand ils ne sont pas accessibles au couteau; 2° chez les malades déjà opérés; 3° dans les productions de mauvaise nature inopérables. Lester (6) a guéri radicalement un ulcus rodens qui s'étendait jusqu'au cartilage. Schmidt (7) démontre que les rayons Röntgen s'attaquent principalement aux productions épithéliales; d'où leur efficacité, dans l'ulcus rodens et sur la peau.

Hahn (8), dans 2 cas d'ulcus rodens, observa dans l'un, guérison, dans l'autre, extension du processus. Reymond et Chanoz (9) parlent d'un épithélioma ulcéré de la vulve, très volumineux, qui fut très vite amélioré par le traitement avec les rayons Röntgen On peut espérer la guérison complète en continuant le traitement. Berdez (10) vit de très

(1) Rieder. — *Verhandlungen der Versammlung deutscher Naturforscher und Aerzte,* Leipzig, Vogel 1904.

(2) Townsend. — *Cock Medical and surg. Society,* 1903.

(3) Bruns. — Krebsbehandlung mit Röntgenstrahlen (*Therapie der Gegenwart,* N° 1, 1904).

(4) Pfahler. — Carcinoma and tuberculosis treatment, etc. (*Jour. of the American Med. Association,* 2 Januar 1904).

(5) Bevau. —. The X-ray, etc. (*Jour. of the American Med. Association,* 2 Januar 1904).

(6) Lester — Some results, etc. (*Brooklyn med. jour.,* Januar 1904).

(7) Schmidt. — Entwicklung der Lichtthein pie, etc. (*Leitschrift lüs ärztlich Fortbildung,* N° 2, 1904).

(8) Hahn. — Ulcus rodens, etc. (*Deutsche med Wochenschrift,* N° 4, 1904).

(9) Reymond et Chanoz. — *Lyon med.,* N° 5, 1904.

(10) Berdez. — Le traitement des cancers, etc. (*Fortschr. auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen,* VII, 3, 1904.

brillants résultats dans 3 cas d'épithéliomes du visage ; Perthes (1), de Leipzig, dans 13 cancroïdes de la face, eut 12 guérisons complètes. Parmi ceux-ci se trouve un carcinome des lèvres guéri après un simple traitement de 25 minutes de durée. Merk (2) présenta 2 cas guéris d'épithélioma à l'extérieur du nez.

R B. Wild (3), sur 22 cas d'ulcus en a guéri 13, deux restèrent améliorés; trois sont morts Des guérisons, trois récidivèrent dans les 14 mois; deux de ces dernières guérirent par un nouveau traitement Sur 10 épithéliomas inopérables, siégeant à différentes places, les rayons n'eurent aucune action. Albers Schönberg (4) présenta, à la *Société de médecine de Hambourg*, 1er novembre 1904, un cas de cancroïde étendu du nez qui fut guéri complètement et avec un résultat particulièrement heureux au point de vue de l'esthétique. Scholtz (5), de Königsberg, s'est occupé d'une manière approfondie du traitement des épithéliomas par les rayons Röntgen. Il conclut : Dans les cancroïdes cutanés superficiels, le traitement par les rayons Röntgen, par les bons résultats qu'il a fournis dans plusieurs cas, mérite d'être pris en considération, si une opération ne peut être exécutée. Mais après l'opération, il est jusqu'à un certain point, la méthode de choix. Le traitement Röntgen peut entrer en concurrence avec le procédé opératoire, surtout quand une intervention chirurgicale est difficile, et aurait pour le visage des résultats esthétiques fâcheux ». Lesser (6) a traité avec résultats nets des cancroïdes des lèvres, de l'angle des yeux, du front, du nez, de l'angle de la bouche, de l'anus Dans la discussion qui suivit cette présentation, il mentionna qu'il a obtenu dans 4 des 5 cancroïdes, guérison, dans la cinquième amélioration. Von Bergmann, maintenait qu'à son point de vue, le meilleur traitement des cancroïdes était l'excision le plus loin possible dans les tissus sains. Béclère (7) déclare à la séance de la *Société des*

(1) Perthes. — Röntgentherapie des Karzinoms. Kongress der deutschen Gesellschaft f. Chir., 1904. Ref. in : *Fortschr. auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen*, VII, 4, 1904.

(2) Merk. — Aerztegesellschaft in Innsbruck, 14 Nov. 1903. Ref. in : *Fortschr. auf d. Gebiete der Röntgenstrahlen*, VII, 4, 1904.

(3) Wild. — A preliminary note, etc. (*Fortschr. auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen*, VII, 4, 1904).

(4) Albers-Schönberg. — Autoreferat (*Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen*, VIII, 2, 1904).

(5) Scholtz. - Ueber die Indikationen der Behandlung mit Röntgenstr. in der Dermatologie. *Fortschritt auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen*, VIII, 2, 1904).

(6) Lesser. — Zur Röntgentherapie des Kankroïdes (*Berliner medizin. Gesde*, 21 Oktober 1903). Ref. in : *Fortschr. auf dem Gebiete der Röntgenstahlen*, VII, 3, 1904.

(7) Béclère. — Ref. in : *Fortschr. auf dem Gebiete der Röntgenstahlen*, VIII, 2, 1904.

Hôpitaux de Paris, du 10 juin 1904, qu'un cancroïde de la grosseur d'un œuf d'oie fut guéri dans 13 séances. Schild (1) tira la conclusion : Dans les cancroïdes de la peau le traitement par les rayons Röntgen donne d'excellents résultats, également aussi quand l'intervention chirurgicale n'amène aucun arrêt. La cicatrisation est extrêmement peu marquée. Kienböck (2) dit : L'épithéliome plan, superficiel, comme par exemple celui qui siège aux lèvres, au bord de l'aile du nez, sous la caroncule, guérira après une ou plusieurs expositions normales (5 H) données avec un intervalle de quatorze jours ; les ulcérations se cicatrisent après quelques semaines. Albers-Schönberg (3) présenta à la *Société médicale de Hambourg*, le 1er novembre 1904, un malade chez lequel un cancroïde étendu du nez fut guéri en 33 séances. Tuffier (4) vit un épithélioma de l'aile gauche du nez guérir complètement.

Lassar (5) fait remarquer que la thérapie par les rayons de Röntgen ne doit pas être une concurrence au bistouri, mais un supplément quand le pouvoir des chirurgiens est à bout. Dans la discussion sur ce rapport à la *Société de médecine de Berlin* (4 mai), V. Bergmann se montra, de nouveau, très sceptique, puisqu'il voulait que le procédé Röntgen fut considéré comme une sorte de caustique.

Lesser s'éleva très justement contre cette opinion. Baermann et Linser (6) rejettent l'opinion que les rayons Röntgen dans la peau, agissent sur l'épiderme d'abord et les tissus semblables aux tissus épithéliaux. Ils croient que les vaisseaux sanguins sont influencés primitivement et plus fortement que les autres tissus du corps, mais, à la vérité, avant toute chose dans la peau. L'action salutaire que les rayons Röntgen exercent sur les carcinomes cutanés s'expliquent par l'influence qu'ils ont sur les vaisseaux sanguins qui, ne pouvant plus nourrir le carcinome, en déterminent la disparition. Pfahler (7) soigna un cancer ulcéré de la lèvre inférieure en 42 séances : la tumeur se rapetissa un peu ; les ganglions sous-maxillaires hypertrophiés rétrocédèrent quelque peu. Finalement,

(1) SCHILD. — Ueber Radiotherapie bei Hautkrankheiten. Ref. in : *Fortschr. auf dem Gebiete der Röntgenstahlen*, VIII, 4, 1905. Nack einem Vortray in d. med. Gesell-Magdeburg, 1 04.

(2) KIENBÖCK. – Der gegenwärtige Stand des Radiotherapie (*Fortschr. auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen*, VIII, 6, 1904).

(3) ALBERS-SCHÖNBERG. — Ref. in : *Fortschr. auf dem Gebiete der Röntgen, strahlen*, VIII, 6, 1905.

(4) TUFFIER. — *La Presse médicale*, N° 10, 1904.

(5) LASSAR. — *Berliner Klinische Wochenschrift*, N° 20, 1904.

(6) BAERMANN und LINSER. — *Münchener Mediz. Wochenschr.*, Nr 23-25, 1904.

(7) PFAHLER. — *Journal of the Americ. Med. Association*, 16 Juli, 15 August., 1904.

opération ; ensuite, nouvelle irradiation. Pfahler veut, dans le cas de cancer des lèvres, combiner les rayons Röntgen au bistouri. Freund (1) présenta, dans la séance du 28 octobre 1904 de la *Société de médecine* et plus tard, des cas d'épithéliomas guéris avec résultats esthétiques satisfaisants. Léonard (2) rapporta des cas d'épithéliomas des paupières, chez lesquels il a vu des terminaisons heureuses.

Holzknecht (3) dit que la radiothérapie trouve son « indication stricte » dans les cancers plans et les cancers papillaires de la peau. Il esquisse le traitement de la manière suivante :

Régularité : important.

Protections des tissus sains : important : 1 cm. dans les tissus sains.

Manuel opératoire : à dose pleine, une fois; pour le reste, reprise après interruption d'un mois.

Dose : 4-5 H.

Intervalle : 2 semaines, réactions 2 degrés; acmé : 3 semaines.

Décours : disposition pour papillome, résorption dans les formes infiltrées et ulcérées (Epithélialisation).

Durée de l'irradiation : 5-20 minutes.

Durée de la marche : 1 à plusieurs mois.

Le cancer cutané profond croissant rapidement est très peu favorable.

On peut souscrire à ces propositions principales d'Holzknecht en faisant abstraction toutefois de son dosage. L'expérience nous apprend malheureusement que les individus réagissent différemment sous l'irradiation, et que les méthodes de mesure employées jusqu'ici ne répondent pas à ce qu'on leur demande. Schär (4) prend fait et cause pour la thérapeuthique par les rayons Röntgen dans les affections cancéreuses. Görl (5) recommande la radiothérapie pour les membres de la caisse de secours, parce qu'elle ne réclame qu'un temps très court et qu'elle est préférable aux autres méthodes. Werther (6) présenta à la *Société de recherches naturelles et d'hygiène de Dresde* (28 janvier 190?), des cas de cancroïdes traités avec succès. Dans la discussion, Hänel fit remarquer qu'il soignait les cancroïdes, non avec les rayons Röntgen, mais seulement

(1) FREUND. — Demonstrationen (*Wr Klin. Wochenschr.*, Nr 44, u. ff., 1904.

(2) LÉONARD. — *Reviw of other malignant cases. Americ. Medic.*, VIII, 1904.

(3) HOLZKNECHT. — Röntgentherapie (*Therapie a. d. Wr. Klinikey, Wien*, 1904).

(4) SCHAR. — *Die Behandlung der Krebsartigers Erkrankungen mit Röntgenstrahlen*, Bern, 1904.

(5) GÖRL. — Radiothérapie und Krankenkassen (*Fortschr. auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen*, VIII, 4, 1905); Noch einen Vortrage in der *Nürnberger Mediz. Gesellschaft.*

(6) WERTHER. — *Jahresbericht der Gesell. für natur und Heilkunde*, in Daesden, 1904-1905 ; München, 1905.

par l'opération. Rupprecht estime que la cure du carcinome superficiel est insignifiante dans la pratique, car il importe non seulement de faire disparaître le cancroïde, mais aussi les glandes lymphatiques de la région. Werther dit qu'il est partisan du traitement chirurgical des carcinomes profonds. Les cancroïdes de la face affectent les glandes lympathiques, ou pas du tout, ou beaucoup plus tard que les autres carcinomes. Par contre, Hänel fait remarquer que justement l'opération est indiquée dans les cancers superficiels. Sur une série de carcinomes de cancroïdes de la peau ou des muqueuses, Lesser (1) expérimenta tantôt l'action de l'arsenic, tantôt l'action des rayons Rõntgen ou du radium. Il arrive à cette conclusion qu'on peut guérir, à l'aide des rayons Röntgen, les cancroïdes de la peau même d'une longue durée et d'une grande étendue. Les tumeurs profondes ne sont pas, en réalité, influencées. Quant aux glandes lymphatiques, elles n'entrent en ligne de compte, vis-à-vis du traitement, que dans le cas où elles sont superficielles.

Leredde (2) : Parmi les méthodes de traitement des épithéliomes, ablation, radiothérapie, curetage, etc., on doit s'inspirer des circonstances suivant les cas. La radiothérapie est contre indiquée dans les épithéliomas à marche rapide, à grande étendue et à longue durée ; dans un pareil cas, la radiothérapie aurait pour résultat d'infecter mortellement les voies lymphatiques. Les cas de Leredde ne prouve sans doute rien : un nœvus mélanique fut d'abord traité par la cautérisation et plus tard par les rayons Röntgen.

Infection des voies lymphatiques. Andhuy (3) rapporte un cas d'épithélioma du visage qui fut guéri. Bodin et Castex (4) virent deux épithéliomas guéris. Pearson (5) parle d'un homme de 75 ans portant un énorme ulcus rodens à l'œil gauche, qui fut heureusement traité.

Lancashire (6) décrit ainsi l'influence de la réaction due aux rayons Röntgen sur un ulcus rodens Les bords durs de l'ulcère se ramollissent, le voisinage devient érythémateux, sur la surface de la plaie apparaissent des granulations; l'ulcère lui-même s'affaisse au niveau de la peau et

(1) Lesser. — Lum Stande der Krebstherapie (*Zeitschrift für Krebsforschung*, III, 4, 1905.

(2) Leredde. — Les dangers de la radiothérapie dans les épithéliomas de la face (*Revue pratique des maladies cutanées*, etc., Januay 1905).

(3) Andhuy. — Sur un cas d'épithélioma de la face, etc. (*Arch. d'électrcité méd.*, 10 Juin 1905).

(4) Bodin et Casdex. — Deux cas d'épithéliomas cutanés, etc. (*Bull. de la Soc. scient. et méd. de l'Ouest*, XIV, 1905).

(5) Pearson. — *Archives of Röntgen-Ray*, November 1905.

(6) Lancashire. — Ref. in : *Petter Med. Chir. Presse*, Nr 4, 1906.

finalement on voit apparaître une desquamation partant des bords de la peau. Wise (1) pense que dans certains cas (dans des cas choisis) la radiothérapie est un moyen idéal de guérison de l'épithéliome et de l'ulcus rodens. J'ai observé (2) un cas très favorable concernant une femme de 70 ans. Elle avait remarqué, depuis plusieurs années, une verrue située dans le sillon naso-génin droit Cette verrue grandit et commença à s'ulcérer. En même temps des tissus granuleux se montrèrent dans le voisinage ; ils étaient durs et légèrement saignants. Avant et pendant le traitement, par les rayons Röntgen, lequel comprit environ 14 séances d'environ 10 minutes de durée, les points les plus saillants du papillome furent enlevés à l'aide de ciseaux et le saignement s'arrête. Dans les tissus enlevés on trouva des cellules carcinomateuses à développement rapide. A la 14e séance, plus de trace de lésion, à la place une cicatrice lisse Chose remarquable, une verrue non ulcérée de la joue droite qui se trouvait dans le territoire irradié, s'atrophia très bien, alors qu'une autre verrue siégeant dans le sillon naso-labial gauche et sur la moitié droite de la lèvre supérieure, qui se trouvaient en dehors de ce territoire, restèrent intactes. Lehmann (3) présenta, à la *Société médicale allemande de San-Francisco*, le 6 mars 1906, entre autres un homme de 60 ans atteint d'ulcus rodens. Guérison après deux séances, jusqu'à devenir une petite nodosité de la grosseur d'un grain de chènevis au bord du nez. Il présenta aussi un homme de 54 ans, porteur de nodules épithéliomateux et d'un ulcère à la joue gauche. L'ulcère guérit après très peu de séances et les nodules après deux mois. Chez un homme de 62 ans, il vit guérir avec six séances de rayons Röntgen, une induration de la racine du nez. Une ulcération infiltrée de la lèvre inférieure chez un autre malade de 62 ans, fut guérie avec très peu de séances, ne laissant aucune cicatrice. « Ce cas doit être remarqué, car l'expérience apprend que l'épithéliome de la lèvre inférieure, récidive fréquemment. Lehmann aboutit aux conclusions suivantes : Je pourrais dire que j'ai la conviction, après ces résultats, qu'une intervention chirurgicale conduisait plus vite au but. Mais, comme le siège habituel de cet épithélioma est l'angle interne ou externe de l'œil ou bien l'angle du nez, les cicatrices opératoires amènent, par la suite, des rétractions disgracieuses pour le visage. Cela mis à part, nous savons tous que la plupart des malades repoussent catégoriquement toute opération. Relativement à l'extrême durée du résultat par le traitement avec les rayons Röntgen, je ne puis rien dire,

(1) Wise. — *St-Paul Med. Journal*, N° 4, 1906.

(2) Schiff. — Röntgenstrahien und Ra ium bei epitheliom (*Münchener Med Wochenschrift*, Nr 6, 1906).

(3) Lehman. — *New-York Med. Monascthrift*, Nr 3, 1906.

dans mes cas : mais les statistiques établies jusqu'ici, montrent que les récidives avec ce traitement sont un peu moins fréquentes qu'avec l'opération. Les résultats esthétiques sont, en tout cas, meilleurs que dans toute autre méthode. L'application est sans douleur et actuellement on peut ajouter, sans danger. Je pourrais caractériser ce mode de traitement en disant que dans les épithéliomas intérieurs et superficiels de la face, c'est la méthode de choix ».

Martial (1) souleva, sur la radiothérapie de l'épithéliome cutané, un débat auquel prirent part Gastou, Danlos, Leredde, Sabouraud, Bissérié, Belot, Béclère et d'autres. Il arrive aux conclusions suivantes : La radiothérapie doit être employée quand le malade refuse l'opération ou quand il s'agit d'un effet esthétique à obtenir : mais il faut être sûr, alors, de n'avoir devant soi aucune tumeur profonde. Tous les épithéliomas cutanés sont accessibles à la radiothérapie même ceux possédant des cellules à noyaux. Sont à excepter les épithéliomas très étendus et ceux à marche rapide. L'on ne sait pas encore si les mélanosarcomes en sont tributaires. Comme contre-indications, il y a les cancers des lèvres et de la langue. De grandes doses proportionnées sont exigées, et l'application des rayons Röntgen doit être faite pendant quelque temps après la guérison.

Weik (2) a traité 26 cas de cancers cutanés parmi lesquels : épithéliome de l'abdomen, guéri en six séances ; ulcus rodens du nez, guéri en six séances ; ulcus rodens du nez, amélioré en deux séances ; épithéliome inopérable de l'œil, après dix séances, et emploi de tubes durs, amélioration évidente (encore en traitement) ; ulcus rodens de la région malaire droite ; l'action combinée du radium et des rayons Röntgen a eu un effet esthétique bon, aucune guérison complète ; ulcus rodens du nez, traitement combiné avec le radium et les rayons Röntgen, amélioration évidente, guérison à espérer : ulcus rodens de la lèvre supérieure, radium et rayons Röntgen combinés amènent la guérison. Ulcus rodens de l'angle des yeux, guérison par radium et rayons Röntgen réunis : ulcus rodens du nez, radium et rayons Röntgen demeurent impuissants ; ulcus rodens de la tempe gauche, guérison après deux séances par le radinm et les rayons Röntgen : après 10 mois, récidive, cautérisation. Ulcus rodens à la tempe gauche, amélioration après trente séances, ablation au bistouri, cautérisation, récidive. Ulcus rodens de la lèvre supérieure (épithéliome carcinomateux plan), après quatre séances, aggravation ; bistouri et Pacquelin, après deux nouvelles séances, gué-

(1) Martial. — Indications et contre-indications de la radiothérapie, etc. (*Revue pratique des maladies cutanées syphilitiques et vénériennes*, Bd V, N° 3).

(2) Weik. — *Leitschr. f. Electrothérapie*, VIII, 4, 1906.

rison. Ulcus rodens du nez, après trois séances, guérison, récidive, Pacquelin, quelques irradiations énergiques, amélioration (encore en traitement). Ulcus rodens du nez, après trois séances aucune action — Pacquelin — une irradiation, guérison avec une cicatrice irréprochable au point de vue de l'esthétique Ulcus rodens inopérable de la joue gauche, onze séances avec résultats très beaux, bords durs attaqués par caustiques, deux séances, résultat promet d'être bon. Ulcus rodens de la joue droite, deux séances sans résultats, enlèvement des bords au Pacquelin, deux irradiations, guérison. Weik résume ses expériences dans les phrases suivantes, que nous citerons in extenso, parce qu'elles proviennent d'une source aussi réputée que la clinique de Neisser.

Des 26 cas, 9 (34,6 °/o) peuvent être considérés comme guéris. La guérison, chez beaucoup, ne remonte pas encore à trois mois, chez les autres elle a plus de dix ans de durée. Il faut donc avouer, sans plus tarder, qu'on ne peut rien préjuger sur la stabilité de la santé après une observation si courte, puisque les chirurgiens fixent, cemme mesure de cette stabilité, une non-récidive pendant trois années. Cette description n'a pas pour but d'établir une concurrence aux méthodes chirurgicales ; nous tenons seulement à montrer ce qu'on peut faire sur ce terrain, avec les rayons Röntgen particulièrement, dans les cas où la chirurgie n'a plus rien à faire. En faveur du traitement par les rayons Röntgen, doit aussi peser énergiquement dans la balance cette considération qu'il suffit d'un temps relativement court, pour amener, de cette façon, à la cicatrisation, par exemple un ulcus rodens du visage d'une étendue souvent considérable et datant parfois de plusieurs années. Qu'importe, finalement, que, dans une maladie au point de vue clinique relativement bénigne, nous ayons recours aux rayons Röntgen comme aussi au radium — dans pareil cas, c'est notre devoir —, quand par ci par là survient une récidive inoffensive qui ne croîtra jamais d'une façon imprévue au point de constituer un danger pour la vie ? Alors surtout que nous savons, d'autre part, qu'une telle affection, particulièrement au visage, ne peut être combattue chirurgicalement et que nous n'avons d'autre moyen à notre disposition.

Dans la série des guérisons se range un nombre de cas qui, en partie cicatrisés, récidivèrent et une autre partie guéris jusqu'à un infime reste de tissu carcinomateux. Là, l'intervention du radium produisit de bons effets.

L'apparition, aussi bien que l'absence de récidive, juge bien, jusqu'à un certain degré, la valeur ou la non-valeur d'une méthode. A ce point de vue, les cas soignés par les rayons Röntgen sont moins tranchés que les cas soignés chirurgicalement, bien que la chirurgie ne mette pas, d'une

façon absolue, à l'abri d'une récidive. Les récidives fréquentes dans la radiothérapie s'expliquent par un traitement insuffisant des parties malades. Les cellules carcinomateuses épargnées croissent en profondeur; les rayons Röntgen ne pénètrent qu'à 5 mm. dans l'intérieur des tissus. Des améliorations dans la technique corrigeront ce désavantage. D'autre part, le traitement par les rayons Röntgen, est idéal en ce sens qu'atteignant d'abord et presque exclusivement les cellules pathologiques, ils ont, en quelque sorte, une action élective. Les résultats les plus frappants se montrent dans les carcinomes ulcérés et inopérables du visage; c'est là, pour ainsi dire, le champ propice à la radiothérapie.

Schmidt (1) présenta, au IIe Congrès allemand Röntgen, plusieurs cas d'ulcus rodens, qui furent guéris par un traitement continu de 6 mois à 2 ans, et qui sont restés sans récidive pendant 2 ans jusqu'aujourd'hui. Les carcinomes proprement dits ont donné peu de résultats, et Schmidt devrait savoir que les rayons Röntgen doivent être réservés aux cancroïdes cutanés peu profonds. Rosenberger (2) parla dans le même Congrès, sur la valeur thérapeutique des rayons Röntgen en chirurgie. L'action brillante de l'irradiation dans le carcinome cutané, le sarcome, l'ulcus rodens se montra sûrement dans tous les cas.

Le travail de Försterling (3) sur les troubles de croissance que provoquent les rayons Röntgen de courte durée, est d'une importance capitale. Ces rayons ont sur les tissus vivants des propriétés destructives. Leur action salutaire dépend de ce qu'ils influencent les diverses parties des tissus d'une façon plus rapide et plus intense, et qu'ils agissent électivement. Il en est ainsi dans la leucémie, dans les produits de mauvaise nature, dans les verrues, l'épithélioma et les autres maladies de la peau. Vis-à-vis des bactéries et des autres êtres vivants, ces propriétés modificatrices ont été recherchées à diverses reprises. Perthes (4) trouva chez des poulets, dont dès la première journée, une aile fut irradiée pendant 45 minutes à 10 centimètres de distance par les rayons Röntgen, que cette aile cessait de croitre au 70e jour. Chez 20 animaux, Försterling, par les rayons Röntgen, a obtenu un arrêt de croissance important. Également des rameaux dont les boutons étaient à peine ouverts, s'arrêtent après avoir été irradiés ou bien se dessèchent. De ces expériences il ressort que chez de jeunes animaux comme chez les jeunes plantes, une application de rayons X de courte durée peut

(1) SCHMIDT. — Ref. in : *Wiener mediz. Wochenschr.*, Nr 16, 1906.
(2) ROSENBERGER. — Ref. in : *Wiener Med. Wochenschr.*, Nr 16, 1906.
(3) FÖRSTERLING. — *Centralblatt f. Chirurgie*, Nr 19, 1906.
(4) PERTHES. — Langenbecks (*Arhives f. Clin. Chirurgie*, LXXI, p. 978.

produire un arrêt de croissance. Il résulte, de ce fait, que de jeunes enfants ne peuvent être soumis à ces rayons que pour des cas de production de mauvaise nature du fond des maladies dangereuses comme la leucémie.

Comme couronnement de cet exposé chronologique, nous devons méditer la conclusion de Hahn : Les résultats dans le traitement de l'ulcus rodens sont extrêmement satisfaisants. Les statistiques les plus étendues indiquent 95 °/₀ de résultats durables. La cicatrisation est le plus souvent excellente : on observe peu de récidive. Même dans les cas où l'affection intéressait le visage et la tête et dans lesquels une intervention était impossible, on obtenait encore des résultats. Dans les carcinomes, peu de succès Si l'action calmante du traitement manque rarement, il est rare, par contre, d'observer une influence heureuse : les rayons Röntgen ne peuvent jamais remplacer le traitement chirurgical

Tels sont, relativement à notre sujet, les travaux les plus importants donnés dans l'ordre chronologique.

Dans le tableau ci-joint, une partie seulement des cas a pu être exposée. En outre, je me suis efforcé de laisser la parole à des auteurs qui ont porté un jugement précis sur la question. Je n'ai pas compris, dans cet ensemble, les médecins qui ont simplement rapporté des cas isolés. On peut relever en tout 116 à 118 cas d'épithéliomas traités par les rayons Röntgen (1). A mes collègues qui m'ont adressé leurs communications originales et qui sont indiqués dans le tableau en caractères gras, de plus, à tous ceux qui m'aidèrent dans la recherche des matériaux, j'adresse ici mes remerciements.

La riche littérature, les faits, qui furent mises à ma disposition par quelques collègues, aussi bien que mes observations et mes expériences personnelles, me conduisent aux conclusions suivantes :

1° L'action bienfaisante des rayons Röntgen sur les épithéliomas est incontestable;

2° Le traitement par les rayons Röntgen ne peut encore être regardé

(1) Pendant l'impression de ce travail parut un article de HEYERDAHL, sur le « Traitement des tumeurs malignes par les rayons Röntgen » (*Magaz. for Lägeed.*, 1906). Il a soigné 11 d'ulcus rodens. 4 d'épithéliomas cutanés sans ulcération, 3 de cancers des lèvres et autres tumeurs malignes. HEYERDAHL a examiné histologiquement toutes les tumeurs soignées et a trouvé que les cellules cancéreuses dégénèrent et disparaissent tardivement; l'action des rayons Röntgen ne réside donc pas dans une destruction comme dans la cautérisation. Il a obtenu la guérison seulement dans les cas purement superficiels. Comme palliatif, le traitement a présenté, à plusieurs reprises, une très grande utilité. Un cas de lymphosarcome du fémur, examiné aussi histologiquement, fut guéri et resta deux mois sans récidive (temps que dura l'observation).

comme une thérapeutique exclusive; mais on doit le considérer comme ayant une valeur égale à celles des autres méthodes;

3° Il y a évidemment des différences biologiques dans les divers épithéliomas, qui n'ont pas encore été jusqu'ici suffisamment éclaircies par l'anatomo-pathologie et desquelles dépend le succès du traitement par les rayons Röntgen;

4° Comme adjuvant de ce traitement il faut, suivant les cas, faire appel à une petite intervention chirurgicale ou à quelques médicaments;

5° Dans le cas où, après la 4e ou 5e séance, au plus tard, on n'a pu constater une influence satisfaisante, le traitement doit être interrompu, il n'y a plus rien à en attendre;

6° L'intervalle entre chaque séance ne doit pas être longue : on doit conseiller de préférence les tubes moyennement mous comme étant plus énergiques, bien entendu à condition de protéger les parties saines ;

7° Dans les interventions opératoires, une irradiation après coup est éventuellement salutaire;

8° Il est important de faire ressortir que ce traitement épargne au malade une opération, qu'il donne des résultats de même valeur au point de vue guérison et, de plus, que son importance est bien plus grande au point de vue de résultats esthétiques obtenus.

(Traduit de l'Allemand par M. E. MILLAT).

DISCUSSION

M. GASTOU (de Paris). — A propos du rapport de M. Schiff, je signalerai les recherches que j'ai faites relativement aux indications anatomiques de la radiothérapie et les conséquences à en déduire pour la guérison et le pronostic.

Les néoplasies de la peau peuvent être classées d'après l'origine embryonnaire : en épithéliomas pavimenteux, d'origine ectodermique; en carcinomes cylindriques, d'origine endodermique; en sarcomes ou tumeurs vasculo-conjonctives, d'origine mésodermique.

A côté de ces trois types anatomiques, il y a lieu de mentionner un quatrième type intermédiaire auquel je propose le nom de sarcome épithélioïde, ce type réunit des variétés pavimenteuse ou cylindrique au type sarcome.

Or, des constatations cliniques et anatomiques concomitantes, il résulte que :

1° Les épithéliomas pavimenteux (Kératomes séniles), guérissent facilement et récidivent quelquefois;



SCHIFF (VIENNE). TRAITEMENT DES ÉPITHÉLIOMAS PAR LES RAYONS RÖNTGEN

AUTEURS	DIAGNOSTIC						THÉRAPIE			TUBES			SÉANCES		RÉSULTATS					RÉCIDIVES		REMARQUES DES AUTEURS
	Épithéliomes	Histologiquement	Ulcus rodens	Histologiquement	Carcinomes cutanés	Histologiquement	Röntgen	Röntgen et radium	Röntgen et autres procédés	Durs	Moyens	Mous	Nombre	Durée	Guérison	Amélioration	Inconnus	Encore en traitement	Mauvais	Nombre	Temps après le traitement (en mois)	
Baermann Luiser																						Le carcinome cutané est guéri, parce que les rayons détruisent les tissus.
Bashford	216														141							
Bergmann																						Le meilleur traitement du cancroïde. Opération Excision le plus loin possible dans parties saines.
Bowen	55														27		9	19				
Bruns																						Les cancroïdes cutanés donnent les meilleures espérances.
Burns	55														27		1	1				
Coley	15														15							
Costa	4														4							
Daniel	25															7	3		12			Deux cas t· aités à l'iode, au début du traitement.
Exner					3	3									3							
Fittig	50	50					50								30					quelques cas		Dans la plupart des cas, guérison.
Freund																						Très bonnes guérisons.
Grubbe	103						103															
Hahn															50							95 % guérison.
Harrison-Wills			12																			
Holzknecht	100														100	12						Ce traitement est sans objection. La radiothérapie est d'indication stricte dans les cancers plans et papillaires de la peau.
Kienböck																						L'épithéliome est guéri parfois après une ou plusieurs expositions normales.
Kümmel																						A conseiller dans les cas inopérables seulement.

Lassar																						Résultat évident dans cancroïde, mais pr une méthode commencée au bistouri.
Lehmann																						Résultat esthétique meilleur que dans les autres méthodes.
Leredde																						Contre-indiqué dans les épithéliomes à marche rapide et à longue durée.
Lesser	5														4	1						
Lester																						Tissu cancéreux certainement détruit au début de sa croissance.
Martial																						Tous les carcinomes cutanés sont justiciables de la radiothérapie.
Möller-Stenbeck	2														2							
Montgomery	100														100							Aucun échec.
Morris-Dore			27												12							
Neisser	32	6					11	8	13						26				6			
Perthes					33	6				12	16	4										Bon résultat.
Rieder	9	3					9								6	2						Les cancers cutanés sont justiciables de la lumière et de la radiothérapie.
Schein	34						34						4-10		20				2	6		
Schiff	4	4									4		15-20	10-15	4					1	18	
Schild																						Résultat excellent dans les cancroïdes.
Schmidt																						Les rayons attaquent surtout les produits épithéliaux et guérissent l'ulcus rodens.
Scholtz																						La radiothérapie a une valeur égale à l'opération.
Sequeira			80												34							
Sjögren			plusieurs cas													guérison						Cette méthode trouvera sa place dans la thérapeutique.
Sjögren-Sederholm	5															3						
Stelwagon																						Moyen d'une efficacité certaine dans les épithéliomas.
Stenbeck-Bollaan	5														5							
Thurstan Holland																						Bon résultat dans les épithéliomas.
Turmire																						Dans l'épithélioma, résultats bons : en partie brillants.
Weick (chez Neisser																						
Wild	10		77												13				12	3	14	3 cas de mort pendant le traitement. 10 cas inopérables.
Williams																						Très bons résultats.
Wise																						Moyen idéal dans certains cas d'épithélioma et d'ulcus rodens.

2° Les carcinomes cylindriques (ulcus rodens ou carcinome des muqueuses) guérissent moins facilement, s'aggravent ou donnent des poussées ganglionnaires;

3° Les sarcomes subissent une action manifeste, immédiate et disparaissent souvent, mais avec la réserve de métastases fréquentes;

4° Les sarcomes épithélioïdes participent de l'action utile, nulle ou aggravante, de la radiothérapie, suivant la prédominance des types anatomiques qui les constituent.

Telles sont les conclusions provisoires qui résultent des examens histologiques que j'ai pu pratiquer

M. Léon Hauchamps (Bruxelles). — Dans les épithéliomas bénins des environs des cavités naturelles, par exemple l'angle interne des paupières, si le néoplasme occupe à la fois la peau de la paupière et la muqueuse, c'est-à-dire la conjonctive, il arrive, je dirai presque toujours, que la peau guérit très vite, la conjonctive ne s'améliore pas. Faut-il croire à une faute de technique? ou bien la muqueuse atteinte n'est-elle pas aussi sensible que la peau et faut-il continuer? ou bien faut-il employer d'autres moyens, la peau étant guérie, pour soigner la conjonctive?

M. Pini (Bologna). — Il Prof. Schiff e il Dr Gastou hanno anzitutto cercatto di stabilire esattamente la definizione dell'epitelioma; il primo sotto il punto di vista clinico, il secondo sotto il punto di vista istologico. L'uno e l'altro presi separatamente sono incompleti : il caso citato testi dal Gastou i molto istruttivo in quanto che dimostra che esistono epiteliomi aventi clinicamente tutti i caratteri di benignità vôluti dal lo Schiff, ma che improvisamente prendono uno sviluppo e una marcia quanto mai maligna, fino a determinare l'esito infasto. D'altra parte la divisione istologica proposta dal Gaston è bensi preziosa, ma non cosi chiara e precisa che ci permetta di svarre delle indicazioni sicure e delle norme esatte. Basta pensare che oltre ai tre tipi istologici differensiati che egli ha stabilito in base ai criteri embriologici, fi è travato nella necessità di costituire un quarto tipo che egli ha denominato « sarcoma epiteliale » che per la sua denominazione e per la sua medesiano struttura porta a una certa confusione

D'altra parte non si può trascurare la difficoltà che spesso s'incontra praticamente di fare una biopsia, quantunque si tratti di un atto operativo di nessuna importanza, e che oggi entra più facilmente nelle convinzioni dei malati. Tuttavia è certo che occorre talvolta l'impossibilità di fare una biopsia. Ma anche quando queste è fattibile, i risultati dell'esame istologico non sono sempre, come ho detto poianzi, cosi esatti da per-

mettere una conclusione ben definita. Senza dire che il Gastou medesimo convieno che non si ha sempre costanza di risultato o di insuccesso subordinata alla differensa di struttura istologica dell'epitelioma.

In altri termini bisogna piutroppo convenire che fino che non intervangano altri criteri, fra uii forse il criterio etiologico sarà di grande importansa, altri criteri che definiscano e precisino meglio la figura dell'epitelioma superficiale, noi oggi dobbiamo raccogliere ed utilirzare tutti gli elementi che possono portare qualche po'di luce in questo argomento, e precisamente il criterio clinico preferito dallo Schiff deve essere completato dal criterio istologico sostenuto dal Gastou.

Io mi permetto di augurare che gli studi che seguiranno alle sedute di questo Congresso portino a una più chiara definizione dell' epitelioma e a un metodo pratico di differenziasione, e mi auguro ancora che nel prossimo Congresso internazionale ci sia dato di conoscere la soluzione di questa questione in rapporto sopratutto alla radioterapia.

Della quale radioterapia applicata agli epiteliomi io non voglio ora parlare diffusamente, ma soltanto rilevare quanto ha rapporto col metodo annunziato dallo Schiff. Egli ha detto che non ha paura di applicare dosi energiche ogni due o tre giorni. Io non posso e non voglo contestare i processi dello Schiff, ma voglio avvertive che oggigiorno i radioterapisti sono più inclinati a somministrare grandi dosi a periodi di distanza più langhi. Quale di questi metodi è il miglione ? La questione della tecnica radiologica ha un' importanza colossale nella terapia delle malattie in generale è più specialmente nella terapia degli epiteliomi, ed i veramente desiderabile che sopra questo punto ci mettiamo d'accordo. Se da un lato è oscuro o poco chiaro il campo delle nostre applicazioni, preciso ed evidente deve essere il metodo terapeutico, e possibilmente unico. La questione del dosaggio dei raggi X comincia a incamminarsi alla buona risoluzione. Da Holzknecht a Sabouraud a Bordier arrivia ma oggi a Schwarz che pare stia per dirci l'ultima parola in proposito. Io faccio voti perchè il Congresso voglia prenderi a cuore questo argomento e dia incarico a una Commissione di autorevoli radioterapisti di portare i risultati degli studi e delle esperienze che si fanno da ogni terapista al prossimo Congresso internazionale.

M. L. Cisera salsr (Barcelone). — J'ai entendu avec plaisir l'excellent rapport de M. le Pr Schiff, le maître de la radiothérapie, mais je veux faire une petite observation. Je crois qu'il ne faut pas passer sous silence une autre méthode électrique pour la guérison des petits épithéliomes de la peau et de ses muqueuses : le traitement par l'electrolyse de l'ion zinc. Je pense que cette méthode a une certaine valeur. J'ai traité sept cas par

cette méthode : deux de la lèvre inférieure, deux du nez, un de la joue, et les deux autres des oreilles, avec d'excellents résultats esthétiques et cliniques, parce qu'il n'y a pas eu de récidive.

M. Doumer précise que c'est intentionellement que le Comité est resté dans le vague, il ne pouvait pas préciser davantage, ne voulant pas avoir l'air d'apporter des idées préconçues; il a voulu permettre aux cliniciens de commencer à porter un peu de clarté dans une question encore aussi confuse et aussi obscure. Je vois avec plaisir que grâce au rapport remarquable de Schiff, aux observations si précises de M. Gastou et du professeur Pini, ce but a été atteint. Je les en remercie.

Il est encore prématuré de songer à une unification des méthodes, car nous ne savons pas mesurer les rayons X, qu'à Vienne, Schiff continue à expérimenter sa méthode des séances rapprochées, que l'Ecole de St-Louis continue à essayer sa méthode de doses massives, et au prochain congrès nous pourrous peut-être savoir laquelle est la meilleure.

M. Oudin. — Jusqu'aujourd'hui toutes les méthodes de mesure sont très empiriques. Nous avons actuellement l'ionisation, qui est étudiée avec la plus grande précision dans les laboratoires.

Il serait à désirer que cette méthode exclusivement du ressort des laboratoires soit rendue pratique, et la solution serait trouvée.

On pourrait nommer une commission chargée de poursuivre la recherche dans un but pratique

Le Pr Werheim Salomonson prie de ne pas le nommer de la commission. Il a l'honneur d'appartenir déjà à deux commissions : une commission nommée par le congrès de Berlin et une commission anglaise pour étudier un étalonnage de radioactivité et de dosage des rayons X. Il préfère que chacun travaille pour son propre compte, et est convaincu que la science sera avancée beaucoup plus de cette manière que par des commissions.

M. Guillemonat. — On ne peut pas toujours faire du malade ce que l'on veut et on est obligé de tenir compte de son moral et de sa condition sociale.

On ne peut, en radiothérapie, agir en mathématicien, et si à l'hôpital on peut laisser 30 minutes un malade en traitement, dans son cabinet il n'en est pas de même. Il faut d'abord guérir le malade et par suite être éclectique.

Le traitement des maladies de la peau par l'électricité

Rapport par le Professeur Auguste de LUZENBERGER (de Naples).

MOTTO. — Les résultats obtenus dans ce genre d'affections font de ce chapitre un des plus intéressants de l'électrothérapie : c'est un terrain où le médecin électricien trouvera souvent une grande satisfaction au point de vue des effets thérapeutiques obtenus.

BORDIER. — *Précis d'électrothérapie*, 1902, Paris.

A l'époque où l'électricité, dans les mains de *Sans*, *Mauduyt*, *Sigaud de la Fond*, *Bertholon*, etc., commença à rejoindre une certaine importance pour les applications à la médecine, celle-ci revêtait encore les habits qu'elle avait portés pendant tout le Moyen âge, interprétant les maladies exclusivement comme des altérations des tempéraments qui composaient l'organisme. On ne parlait pas encore des cellules ou des organes infectés, mais simplement des discrasies i e. des modifications de la crase des sucs; et c'est pour ça que la conception des maladies de la peau comme nous les comprenons aujourd'hui manquait complètement aux médecins de ces temps-là. Elles étaient alors considérées comme des manifestations dues à des troubles de l'état général et telle est la conviction que ces « vices de la superficie » ne représentaient que des localisations des âcretés morbides, que l'abbé *Bertholon* « prescrit, en les traitant avec l'électricité, de tirer les étincelles avec une verge de fer et pas avec le doigt, parce que l'humeur viciée sortant de la partie malade avec le fluide électrique en entrant dans la main peut occasionner la même maladie dans la personne qui se porte bien : c'est un fait qui est arrivé (1) ». Qu'on puisse modifier avec l'électricité les affections de la peau fut découvert par hasard par *Jallabert,* qui, traitant un paralytique, le vit guérir aussi des engelures dont il souffrait depuis quinze ans. *Sauvage*, *Gardini*, *Mazard* le répétèrent avec le même succès et

(1) De l'électricité du corps humain dans l'état de santé et de maladie, Paris, 1806, Tome I, page 254.

Bormet de Bragaresse guérit sur soi-même les membres brûlés par le froid. Aussi M. *Fuschel,* de Mayence, eut de bons résultats ; en outre, celui-ci s'en servit dans l'érysipèle de la face et en provoquant par l'effluve des sueurs abondantes, il coupa rapidement cette maladie. *Wesley* et *Loret* relèvent que le souffle électrique guérit promptement les plaies suppurantes, les ecchymoses et les contusions. Parmi les âcretés du sang de la surface qui s'évanouissent avec l'électricité, on cite aussi les dartres *(Mazard)*. L'explication donnée est que l'électricité augmente la transpiration des corps organisés et produit une accélération de l'écoulement des liquides dans les canaux capillaires. On a démontré sur des animaux (des bruants, des pinsons, des chats, des pigeons) qu'ils perdent pendant l'électrisation de leur substance et en expérimentant sur des siphons capillaires qui faisaient couler l'eau à gouttelettes, on avait vu que le jet devenait continu pendant qu'on électrisait et que l'écoulement était d'autant plus accéléré que le canal par où il se faisait était plus étroit. Ici finissent les notions physiques et physiologiques et les essais thérapeutiques sur l'électricité, relativement aux maladies de la peau à la fin du XVIIIe siècle.

***

La galvanisation et la faradisation, qui peu après supplantèrent complètement l'autre forme d'électricité, présentaient des phénomènes si éclatants sur les nerfs et les muscles que l'électrologie médicale devînt un chapitre de la physiologie du système nerveux et que désormais seulement les neurologistes en maniaient les machines. Et cette fois, c'est par l'intermédiaire de la neurologie que nous revenons aux affections cutanées. Il y a des formes des maladies de la peau très rebelles à tous traitements locaux et qui furent reconnues en étroite dépendance d'un dérangement du trophisme : ce sont les dermatoses neurotrophiques qu'on pensa à modifier en attaquant avec la galvanisation méthodique les centres nerveux. Du reste, ajoute plus tard M. *Watteville* (1) en parlant de cet argument, la peau et le système nerveux ont une origine embryonnaire commune, et probablement tous les deux réagissent également bien vis-à-vis de l'électricité.

Le premier qui s'en servit en ce sens semble être M. *Fieber* (2), à Vienne, qui, en 1870, recommandait la galvanisation centrale pour le traitement de la sclérodermie. D'autres le répétèrent avec de petites variantes, en appliquant une électrode sur la moelle, et l'autre sur la

(1) *Grundriss der Elektrotherapie.* Deutsch. Von Max. Weiss, Wien, 1886.

(2) Cité par Winkler : Die Elektricität in der Dermatotherapie. — *Centralblatt f. g. Therapie*, 1902, t. II.

partie malade, avec des résultats toujours satisfaisants, comme *Armaingaud* (1), *Schwimmer* (2), *Wolters*, *Hallopeau*, *Watteville*. On l'usa aussi dans les formes circumscriptes, dans la morphée *(Boisseau de Rocher)*, la sclérodactilie *(Dinkler)*, la contracture palmaire de *Dupuytren (Remak)*.

Beard (3) traita l'eczéma chronique prurigineux avec la galvanisation de la moelle, et observa la guérison d'un cas qui avait été rebelle à toute autre médication pendant huit années. Les manifestations qui cessèrent les premières furent les démangeaisons: c'est pour ça qu'on pensa aussi au traitement du prurit essentiel ou nerveux : c'est le même *Beard* qui s'en sert en Amérique ; *Massy*, en France ; *Bréda* (4), en Italie. Partant du même principe, *Bulkley* (5) traite l'herpes zoster, *De Amicis* (Naples)(6) expérimente la galvanisation en l'alternant avec la faradisation dans un cas de pemphigus foliaceus à la jambe, qui avait résisté à plusieurs autres médications, et il se voit couronné de succès. Et *Morton* et *Nitzel* (7), toujours pour influencer l'innervation troublée, s'en servent nouvellement dans l'eczèma; celui-ci même veut démontrer *ex juvantibus* l'origine nerveuse de cette affection cutanée. L'interprétation, qu'un grand nombre des maladies de la peau doive son mécanisme de développement à de perturbations nerveuses devient dominante, et *Leloir* (8), en 1882, enregistre le vitiligo, l'ichtyose, l'ectyma, le pemphigus, la gangrène cutanée, le prurigo, l'eczème, l'urticaire, le lichen, l'hypéresthésie cutanée des hystériques. C'est ainsi qu'aussi l'urticaire (*Beard*, galvanisation, *Kurz*, faradisation), le zona (*Erb*, *Alger*, galvanisation, *Kurz*, faradisation), l'herpes récidivant *(Luzenberger)* (9), nouvellement, le prurigo et l'eczèma (*Volmer* (10), faradisation, *Shoemaker*, galvanisation), les ulcérations superficielles d'origine trophique *(Leloir)*, le mal perforant plantaire *(Crocq*, *Hann*, faradisation du nerf tibial postérieur*)*, le vitiligo

(1) Armaingaud : Sclérodermie. Application du courant continu avec amélioration. — *L'Union médicale*, 1878, N° 132.

(2) Schwimmer : *Pesther med. u. chirurg. Presse*, 1870, N° 23.

(3) Beard : Certain queries in electro-physiologie and electrotherapeutics. — *New-York med. Journal*, 1872, et *Archives of dermatologie*, 1874.

(4) Breda : *Giornale italiano della mal. veneree e della pelle*, 1885.

(5) Bulkley : *Archiv. of dermatologie*, 1874.

(6) De Amicis : *Rivista clinica e terapeutica*, 1882.

(7) *Inaugural dissertation*, Berlin, 1879. Über den nervösen Charakter des Eczems und dessen Behandlung mit Elektricitat.

(8) Leloir : Recherches cliniques et anatomopatologiques sur les affections cutanées d'origine nerveuse. Paris, 1882.

(9) Luzenberger : *Giornale internazionale della scienze mediche*, 1899, t. XXI.

(10) Vollmer : *Therap Monatshefte*, 1899, p 549.

(Graham, Armaingaud, Ohman, Dumesnil (1) et autres*)*, l'érythromélalgie de *Notnagel* et la gangrène symétrique *(Kopp)* (2) réjouissent des bénéfices du courant électrique continu et interrompu.

***

Depuis les premiers temps dans lesquels on s'était occupé de cette nouvelle forme d'énergie, on y avait reconnu une qualité qui forma la base à une nouvelle science désormais aggrandie et indépendante : je fais allusion à la propriété du courant électrique de produire des décompositions chimiques à son passage à travers les solutions. Avant encore que *Hittdorf* eut établi la loi des changements atomiques dépendants de l'électrolyse, *Pravaz, Guérard* (1849) et *Ciniselli* l'avaient introduite en médecine pour la coagulation du sang dans les anévrismes et les tumeurs vasculaires. On arrive rapidement à distinguer les effets polaires différents et à reconnaître que l'escarre au pôle métallique positif est solide, dure et attaque le métal même, tandis que celle au pôle négatif est molle, plus caustique et n'attaque jamais le métal. J'ose dire que c'est l'argument de toute l'électricité médicale qu'a plus sûrement rejoint tout de suite une précision mathématique qu'il conserve inaltérée pendant soixante ans. On modifie les aiguilles, on applique les deux pôles dans la tumeur même, où l'un reste dehors avec une électrode en plaque, on introduit pour opérer plus commodément des porte-aiguilles *(Duhring)* (3), on règle la manière d'introduire lentement le courant pour avoir seulement les effets chimiques et éviter les sensations douloureuses ou spasmodiques. Fixée la technique, on vient à l'idée de s'en servir pour produire la destruction du follicule pileux pour l'épilation radicale *(Duhring, Brocq)* (4), on l'use pour détruire des cicatrices difformes (cheloïdes *Hardaway* 1886, *Brocq* 1887, *Bordier)*, pour cicatriser les téléangiectasies dans la couperose *(Watteville, Kolpack, Brocq, Vasticar, Lassar, Larat)*, pour le nævi plans *(Fox)* (5), pour les nævi vasculairss érectiles et les angiomes caverneux, que quelques auteurs traitent avec le pôle positif *(Monoyer, Boudet, Redard)*, des autres avec le négatif *Cooper, Althaus, Barthélemy)* ; des autres, enfin, avec la méthode bi-polaire *(Bergonié, Zimmern)*. C'est « un traitement merveilleux » *(Zimmern)*

(1) Cités par Winkler, *l. c.*

(2) Kopp : Physikalische Therapie der Hautkrankheiten. Berlin, 1902. In *Handbuch der phisik. Therapie von Goldscheider u. Jakob.*

(3) Duhring : *The American Journ. of the med. Sciences*, 1881, CLXIV, p. 142.

(4) Brocq : *Société méd. des Hôpitaux*, Paris, 1886.

(5) Fox : *Arch. of medecine*, New-York, 1882, vol. XIX, p. 166.

dont l'explication anatomopathologique ne manque pas. Il s'agit, selon *Louart*, *Broca* et *Constantin Paul*, d'une artérite inflammatoire aiguë qui porte à la cicatrisation et destruction des vaisseaux aberrants. Enthousiasmés par les effets destructifs, on attaque aussi des excroissances plus solides et on voit la chute par décomposition chimique des verrues *(Debedat, Bordier)*, des angeiokératomes *(Pringle, Eraude)* (1), l'athéroma molluscum *(Lecercle)* (2), le xanthélasma *(Leplat, Pansier)* (3). Pour la résolution des plaques sclérodermiques, au but d'unir à l'action stimulante nerveuse déjà décrite, aussi le ramollissement chimique de la peau endurci, on enfonce l'aiguille armée d'électricité négative dans la partie centrale *(Brocq)*. On tenta la même méthode sur les tumeurs malignes : le cancer superficiel, le lupus. Pour ce dernier on profite de la propriété du courant de transporter des parties métalliques formant des combinaisons chimiques avec les tissus, pour provoquer plus qu'une simple destruction : une désinfection profonde de la tumeur. C'est *Gautier* (1) qui se sert de l'électrolyse interstitielle cuprique pour faire entrer de l'oxychlorure de cuivre entre le tissu normal et le lupus, ou dans l'actinomycose de la face (en collaboration avec *Darier)*; ce sont *Gärtner* et *Lustgarden* qui traitent la plaie lupique avec des plaques d'argent blanc sur la surface découverte même ; c'est *Leduc* qui, avec sa médication au chlorure de zinc, introduit ce métal en état d'ions dans les profondeurs de la néoformation maladive, en empêchant en cette manière le développement ultérieur.

***

Mais c'est toujours avec des organismes vivants qu'on a affaire : et c'est pour cela que les circonstances ne sont pas si simples que si on agissait dans les vases de verre de nos laboratoires. Déjà M. *Remak* aîné, le premier qui se soit servi méthodiquement du courant galvanique pour le traitement des muscles, des nerfs et des articulations, avait noté un effet superficiel du même courant, consistant en dilatation vasculaire sous l'électrode, et en un certain mouvement des liquides pathologiques (des œdèmes p. e.) qui apparaît durant et après chaque application. Ce changement, que *Renak* (2) résume sous la dénomination de *Kataphorèse*, représente une action complexe, dépendant d'un côté de l'électro-

(1) Traude : Thèse présentée à la Faculté de médecine de Lyon, juillet 1893.
(2) Lecercle : *Traité d'électricité médicale*, Paris 1893.
(3) Leplat (Liège), Pansier (Avignon) : *Semaine médicale*, 1902, N° 30.
(1) Gautier et Larat : *Technique d'électrothérapie*, Paris, 1893.
(2) R. Remak : *Galvano-therapie der Nerven u. Muskelkrankheiten*. Berlin 1858.

lyse, mais d'autre côté aussi de la stimulation cellulaire et trophique des tissus mêmes. *Destot* (1) décrit les différents effets qu'on observe aux pôles différents : à l'anode, les pores de la peau se dilatent et la peau s'abaisse, tandis que sous la cathode elle s'enfle et devient œdémateuse; mais en même temps il y a un mouvement plus rapide des liquides à travers les capillaires et les lymphatiques, et une constriction musculaire des petits vaisseaux cutanés. Comme on le comprend facilement, cette action décongestionnante doit réussir comme antiphlogistique, et c'est à M. *Doumer* que nous sommes obligés d'avoir mis en pleine lumière ce fait qu'il considère justement comme un des principes fondamentaux de l'électrothérapie.

Cette action nous rappelle les recherches biologiques de l'abbé *Bertholon*, citées au commencement de ce rapport, et vient, en certaine manière, à unifier les effets de l'électricité, quelle que soit la source dont nous nous servons pour la produire ! Tout ce qui présente de la stase, de la dilatation des vaisseaux sanguins superficiels, doit y trouver, peu ou prou, un soulagement qui, répété plusieurs fois à brefs intervalles, finit par redonner la tonicité et l'élasticité normales aux tissus. Mais dans la complexité de ce procédé, il y a de petites différences entre l'une et l'autre des qualités du courant où il y a prédominance de tension électrique, comme dans la franklinisation et la faradisation, c'est la vaso-constriction qui répond supérieurement ; où la quantité électrique est plus intense, c'est l'effet chimique qui est mis plus en vue. C'est de cette manière que le courant galvanique acquiert la propriété de produire l'assouplissement et le ramollissement des tissus scléreux et cicatriciels (action sclérolytique dépendante des échanges ioniques au voisinage des électrodes *Leduc)*. Et il nous arrive de voir, comme *Mills* (2) couvre les ulcérations chroniques avec des plaques d'argent en communication avec une batterie ; comme *Shand Cappie* (3) ajoute la faradisation aux astringents pour traiter localement le purpura hémorrhagique ; comme *Silva Aranjo* (4) et *Moncorvo* traitent l'éléphantiasis des Arabes avec la galvanisation et la faradisation (ses résultats furent répétés pour l'éléphantiasis nostrale, par M. *Cordier)* ; comme *Mannino* (5) galvanise deux jambes en état de mycosis fungoïdes d'Alibert avec grande amélioration ; comme *Hoffman* (6) et *Forbes Ross* appliquent la faradisation,

(1) Destot : *Lyon médical*, 1885, N° 4.

(2) Mills : *Philad. med. and surg.* Reporter 1878. Tome 38, f. 21.

(3) Shand Cappie : *The Lancet*, II, 4, 1889.

(4) Moncorvo et Silva Aranjo : *Gazette médieale de Paris*, 15 mai 1880, et *Uniao médica*, Rio Janeiro, 1882.

(5) Lor. Mannino (Palermo) : *Giornale it. delle malattie veneree e della pelle* 1882, nov.-déc.

(6) Cité par Erb. *Handbuch der Electrotherapie*, 1886, p. 686.

Helbing (1) et *Brocq* (2), la galvanisation aux engelures ; comme *Weisflog* (3) faradise aussi les brûlures avec plaies consécutives. Avec l'idée de remonter le trophisme local de la peau, *Schütz* et *Seeger* (4) galvanisent, et *Michelson* et *Fox* (5) faradisent la peau dans l'alopécie. Aussi les cicatrices et les chéloïdes, au lieu de l'électrolyse métallique directe sont traités par *Leduc* avec la galvanisation continue à forte intensité, et par *Lewandowsky* (6) avec la galvanisation.

L'action complexe est mieux conservée dans la franklinisation, qui, après l'injuste abandon pendant presqu'un demi-siècle et grâce à *Arthuis* et *Vigouroux*, reprend son importance. Une propriété la rend spécialement apte au traitement des affections de la peau : c'est l'action anesthésiante du souffle sur la peau, qualité déjà notée par *Eulenburg* (7), mais sans en comprendre le rôle qu'elle pouvait acquérir en clinique. *Doumer* et *Leloir* (8) la vérifièrent, eux aussi, pour leur propre compte, mais eurent tout de suite le coup d'œil qu'elle devrait donner l'accalmie dans les affections prurigineuses. Les résultats surpassèrent les expectatives, avec le prurit disparaissaient aussi l'eczématisation et la lichenfication de la peau. Voici comme à peu près décrivent ces auteurs, l'action complexe de la franklinisation : « le bain statique exerce une action stimulante tonique qui relève l'état général, augmente l'activité des échanges et permet à la fois une assimilation meilleure et une élimination plus facile des produits nocifs accumulés dans l'organisme : localement, l'effluve exerce une action trophonévrotique spéciale sur les tissus malades, et dans les dermatoses infectieuses porte sans doute atteinte, dans une certaine mesure, à la vitalité des microorganismes ».

Et à présent, dès que l'électricité franklinique réunit tous les effets des autres et encore plus intensifiés, c'est à elle qu'on recourt pour toutes les affections que j'ai passées jusqu'ici en revue : dans le pruritus il y a une grande amélioration après dix séances et on guérit de 66-69 % des cas *(Brocq, Bisserié, Bordier, Leloir, Zimmern)*; dans l'eczème la secrétion tarit rapidement et l'érythème pâlit *(Doumer et Leloir)*; si la manifestation cutanée est en relation avec l'arthrite ou la neurasthénie *(Brocq)*, ou le diabète *(Barthélémy)*, c'est la double action, la générale sur la

(1) Helbing : *Therap Monastschr*, 1894, p. 23.
(2) Brocq : *Traitement des dermatoses*. Paris 1898.
(3) Weisflog : *Arrh. f. klin medizin*, XVIII, p. 371.
(4-5) Cités par Winkler : *Die Electricitat in der Dermotherapie. Centralblat. f. gesam Therapie*, 1802, H. 11.
(6) Lewandowsky : *Wiener med. Presse*, 1895, H. 2.
(7) Eulenburg : *Berlin Klin Wochenschrift*, 1887, H. 13.
(8) Leloir et Doumer : *Comptes rendus de l'Acad. des Sciences*, 1893, 18 juin.

diathèse, et l'effluve sur le fait local (par exemple, prurit vulvaire ou anal) qui bientôt le fait cesser. L'urticaire y trouve aussi un grand soulagement *(Abranitcheff* (1), *Leloir)*. Les engelures et les brulûres *(Thiellé* (2), *Doumer*, *Roussel)* (3), jusqu'au radiodermite *(Apostoli)* (4), trouvent un soulagement immédiat dans l'effluvation franklinique et la maladie est aussi guérie radicalement (les perniones ne se répètent pas chez des personnes qui en souffraient toutes les années). Le psoriasis, cette affection si rebelle à tant de traitements, montre par le bain et le souffle électrostatiques des résultats satisfaisants dans les deux tiers des cas traités *(Pospelow Chatzky)* (5). L'impétigo *(Doumer* et *Levézier)* (6), l'acné miliaire *(Albert-Weil)*, l'acné ponctuée *(Bordier)*, l'acné rosacée *(Guimbail)*, la séborrée *(Bordier)*, le lupus érythématodes *(Winkler)*, les furoncles *(Roussel)* en tirent beaucoup davantages. Et pour les maladies sclérotiques comme le chéloïde *(Derville* et *Bécue)* (7), et la morphée ou sclérème circumscripte *(Boisseau de Rocher)*, on y arrive aussi, seulement il faut s'en servir, au lieu de l'effluve, de l'étincelle, qui produit une augmentation de la température *(Bordier)* et une hyperhémie locale précédées de pâleur pendant l'application.

Gastou et *Chabry* (1900) proposent le bain statique et l'effluve dans toutes les neurodermatoses et toxidermoses. *Mayerhausen*, *Bennati*, *Rieder*, *Pisani* et *Blasi* (8), *Roussel* ont des résultats très bons dans l'alopécie ou pelade. *Marquant* (sous la direction de *Doumer)* dans les ulcérations variqueuses. *Doumer* dans les plaies torpides en général. *Suchier* (9) se sert dernièrement de l'aigrette comme caustique pour détruire les germes du lupus après avoir opéré avec le curettage la partie infiltrée.

* * *

Mais nous nous trouvons à l'époque des grandes transformations électrotechniques, dans lesquelles, comme déjà autrefois, les médecins ont donné leur géniale contribution scientifique. Et comme *Tesla* cherchait à résoudre le problème de l'illumination publique et *Marconi*

(1) ABRANITCHEFF : *Wratch*, 1896, 13.
(2) THIELLÉ : 1er Congrès international d'électrothérapie, Paris 1900.
(3) ROUSSEL : *La franklinisation réhabilitée*, 1904.
(4) Cité par OUDIN au IIe Congrès d'électrothérapie à Berne, 1902.
(5) CHATZKY : *Annales d'électr. médicale*, 1897.
(6) DOUMER et LEVÉZIER : Séances de l'Acad. des sciences, 9 février 1898.
(7) *Archives d'électricité médicale*, No 98, p. 118, 1901.
(8) PISANI et BLASI : *Annali di elettricita medica*, 1902, No 4.
(9) SUCHIER : *Wiener Klinik*, 1004, *Die Behandlung des lupus vulgaris mittelst stat. El.*

résolut celui de la transmission d'électricité à distance sans besoin de fils, ainsi *Oudin*, se servant du même principe de la résonance (découvert par *Hertz* dans ses études sur la ressemblance de l'onde électrique avec celle de la lumière), arriva à construire un appareil qui représente une source intarissable d'effluvation électrique à plus haute tension et à plus grand débit de nos machines électrostatiques les plus perfectionnées. C'est son résonateur de haute fréquence et à haute tension. Expérimenté dans les maladies de la peau, on vérifie qu'il agit d'une manière analogue à la franklinisation; mais ses effets sont plus rapides et plus puissants. La haute fréquence démontre une action décisive sur l'état général, a un effet sédatif sur les affections prurigineuses, empêche le développement des agents infectieux, élève notablement la température des tissus, produit analgésie passagère, donne de la vasoconstriction locale, modifie très rapidement les phénomènes inflammatoires. *(Oudin* et *Ronneaux)* (1). *Libotte* (2) déclare que la haute fréquence relève l'assimilation de chaque cellule, rend sa désassimilation plus parfaite, elle augmente directement sa validité, sa résistance. Son action est immédiate. En raison du plus grand débit de l'appareil, les pointes métalliques dont nous nous servions dans les machines statiques pour produire l'effluve, sont substituées par de larges balais métalliques qui en donne une douche abondante : la distance doit être suffisante pour éviter la production d'étincelles; il n'est pas nécessaire d'isoler le malade, il est mis seulement en communication métallique avec la spire inférieure du résonateur (c'est-à-dire avec l'une des extrémités du solénoïde, qui représente le troisième circuit — et ça n'est non plus nécessaire ; on a les effets de l'effluve, aussi si le malade reste complètement libre); après 10-15 minutes d'effluvation. MM. *Oudin* et *Ronneaux* terminent la séance en tirant quelque étincelle du malade toujours relié à la partie inférieure du résonateur, avec la main ou avec une éponge, après avoir supprimé l'effluve.

Faut-il répéter pour la troisième fois, que toutes les affections de la peau, qui au lieu de la galvanisation et de la franklinisation tirent à présent avantage de la haute fréquence? Si je le fais, c'est seulement pour fixer le moment historique et noter ce qu'on a déjà fait et ce qui reste à faire. *Oudin* et *Bissérié* ont traité l'eczéma avec des résultats satisfaisants et en un temps beaucoup plus bref qu'avec la franklinisation. *Oudin* et

(1) Oudin et Ronneaux : *Action locale des courants de haute fréquence sur les états phlegmatiques des tissus.* Congrès de physiothèrapie de Liège, 1905.

(2) Libotte : Rapport sur l'action physiologique et indication de la haute fréquence au même Congrès.

Ronneaux (1) guérissent le lichen chronique simple, *Oudin* (2) voit redevenir souple la peau dans le psoriasis. *Bergonié* et *Luraschi* (3) cicatrisent avec l'étincelle de la haute fréquence les angiomes planes en nappe, *Freund* (4) guérit avec le résonateur la rougeur téléangiectasique du nez qu'*Oudin* traite avec la condensation d'*Arsonval*. *Oudin* même s'en sert dans le lupus vulgaire, traité aussi par *Danlos* (5) et *Robineau* (6), le lupus érythémateux (dans lequel *Bissérié* use l'électrode condensatrice et Brocq l'effluve), l'acnée guérie aussi par *Curchod* (7), l'impetigo, le zona, la seborrhée, la furonculose et le sycosis (ce dernier est traité après aussi par *Arienzo* (8). *Bordier* et après aussi *Arienzo* (8) donne l'effluvation aux alopécies. *Foveau de Courmelles* traite avec la haute fréquénce la roséole toxique (9). L'étincelle du résonateur a été employée par *Bordier*, *Lacaille*, *Oudin*, dans les épithéliomas cutanés de la face, par *Parsons* (10) dans un épithélioma récidivant au périnée. *Doumer* (11) a eu tout récemment de très bons résultats dans le *noli me tangere* de la face avec l'étincelle de 2-3 mm. de longueur. *Strebel* (12) se sert aussi de l'étincelle de la haute fréquence pour son procédé spécial pour détruire le lupus; il fait entrer de fortes décharges dans les nodules même et produit une destruction moléculaire qui se base sur la chaleur, la caustication chimique et la pénétration mécanique de l'électricité. C'est la méthode qu'a imité *Suchier* pour la franklinisation, comme nous l'avons déjà décrit; l'effet cosmétique est supérieur à celui de la méthode de *Finsen*. Pour compléter les connaissances sur les efféts de la haute fréquence sur la peau, *Freund* (13) et *Fabozzi* (14) en étudient les reports microscopiques produits par l'étincelle sur la peau normale : le premier trouve une inflammation dans les couches superficielles, forte dilatation des veines, hémorragies dans le tissu et vacuolisation de la tunique artérieuse; le deuxième vérifie nécrobiose de presque toute la couche épithéliale cutanée.

(1) Locution citée.
(2) Oudin : *Annales d'électrobiologie*, 1898.
(3) Communication au Congrès d'électrothérapie de Berne, 1902.
(4) Cité dans Winkler. *Zur Behandlung der Nasenröthe Medizin, Blätter* N°2, 1902.
(5) Danlos : *Arch. d'électr. médicale*, 15 avril 1901.
(6) Robineau : *Etude des cours de haute fréquence.*
(7) Congrès de Liège, 1905.
(8) *Annali d'électricita médica*, 1903, N° 11.
(9) Foveau de Courmelles : Académie de médecine, 17 mars 1903.
(10) Parsons : *Brit. med. journal*, 1891.
(11) Doumer : *Annales d'électrobiologie et radiologie*, 1906, N° 2.
(12) Strebel : *Dermatolog. Zeitschrift*, B. XII, N° 1 et *Deutche med. Wochenschr.* 1904, N° 2.
(13) Freund, cité par Winkler.
(14) Fabozzi : *Annali di elettricita medica*, 1903, N° 11.

Evidemment, ces lésions correspondent à l'escarre produite par l'étincelle et non à l'action antiphlogistique de l'effluve. *Oudin* interprète cette dernière comme produite par les radiations ultraviolettes et par l'arrachement de parties métalliques qui sont entraînées dans la peau même.

***

Cette interprétation doit sa naissance aux dernières études théoriques sur l'électricité, conséquences de la découverte des rayons de Roentgen et des émanations du radium.

Et c'est presque contemporainement aux recherches faites sur la haute fréquence, qu'on a tenté d'appliquer aussi cette nouvelle source d'irradiation à la thérapeutique. Comme toujours le commencement est dû au hazard. C'est en radiographiant le crâne d'un enfant qu'on voit survenir une dépilation complète de la tête: et, après, les irritations produites sur les mains des fabricants des ampoules *(radiodermites)* firent aussi penser à la possibilité de profiter d'elles pour cautériser des affections morbides de la peau. Autant pour le traitement de l'hypertrichose que pour celui du lupus la première idée est venue à *Schiff* et *Freund* (de Vienne). Depuis l'année 1898 ils ont aussi fixé la technique en indiquant la disposition pour protéger les parties saines avec des lames de plomb et déclarant que les ampoules doivent correspondre à peu près à une claire figure radiographique des os du carpe. Le perfectionnement de la machinerie, la grande variété de forme, grandeur et résistance des ampoules mêmes, ont fait naître des appareils de mesure de différentes qualités. Je m'en occupe ici seulement du point de vue que la mensuration colorimétrique (radiochromométrique) a créé deux méthodes différentes d'application. Les uns, selon les conseils de *Schiff* et d'*Oudin* font des séances brèves en contrôlant toujours les réactions que peut donner la peau irradiée; les autres *(Holtzknecht, Kienböck, Bordier)* donnent la dose entière nécessaire pour la guérison en une seule séance prolongée jusqu'à une coloration donnée d'une substance exposée pendant toute la séance aux mêmes rayons. *Neisser* et *Kienböck* (1901) ont démontré que l'irradiation aux rayons de Roentgen produit primitivement une dégénération des cellules du tissu et sont d'accord avec *Oudin* que cette altération est d'autant plus intense que l'ampoule est plus molle; et *Scholz* a vérifié au microscope que les premières cellules qui en sont frappées sont les proliférantes de la couche épidermale plus profonde. De cette manière les rayons X viennent à avoir une action élective sur le tissu en formation (*Bordier* l'a démontré pour les ongles) (1) et doivent certainement détruire les poils, mais avec atrophie consécutive de la peau même.

(1) *Annali d'elettricità medica*, 1905, N° 9, p. 321.



On a expérimenté la rœntgenothérapie dans beaucoup d'affections, et comme toujours, en élargissant les tentatives, on a rencontré aussi des cas dans lesquels les résultats n'ont pas été favorables. Mais il ne faut pas pour cela se récrier comme font quelques journaux dans le grand public et prétendre que nous nous arrêtions. *Billroth* disait que la recherche de la vérité reçoit plus d'avantage de la publication d'un cas échoué que de la publication de mille cas guéris ! En notifiant tous les bons et les mauvais résultats seulement, nous arriverons à fixer les indications précises de ce puissant agent thérapeutique !

Pour les maladies de la peau nous pouvons distinguer les effets des rayons de Roentgen en deux catégories, c'est-à-dire ceux qui sont la conséquence directe d'une radiodermite de diverse intensité i. e. inflammation avec la chaleur, la stase, la leucocytose locale, et caustication profonde d'un côté et ceux qui dépendent de l'action élective des rayons X : i. e. la destruction de cellules végétantes jeunes avec conservation du tissu raffermi.

Les maladies dans lesquelles on a appliqué la radiothérapie sont l'hypertrichose ; après les observations de *Schiff* et *Freund*, nous trouvons en sa faveur : *Leredde*, *Jutassy*, *Holtzknecht*, avec grandes restrictions pour les possibles dangers consécutifs, *Bethe*, *Ehrman*, *Belot*, *Kienböck*. Dans la teigne faveuse (*Schiff*, *Ziemssen*, *Bernhardt*, *Albers-Schönberg*, *Hahn*, *Sabouraud*, *Pochitinova* (1), *Steiner* (2), *Murat* (3), et la sycosis-parassitaria (*Scherber* (4), on fait l'épilation avec les rayons X pour y appliquer après des solutions désinfectantes ; mais dans plusieurs cas a suffi l'irradiation même pour en détruire aussi le germe pathogène. *Grouven*, au contraire, a eu des résultats négatifs. *Brocq* (5), *Carrier*, *Sameson*, *Marsh*, et récemment *Dubois* (6) et *Stopford-Taylor* (7), ont observé de rapides guérisons dans le mycosis fungoïdes. *Pfahler*, *Engmann* (guérison en 1.000 cas traités), *Gassmann* et *Schenkel* s'en servent dans l'acné. *Gautier* et *Larat* l'ont faite aussi, mais les résultats ne se sont pas démontrés durables. *Albers-Schönberg*, *Jutassy*, *Scholz*, *Grouven* et *Marquès* (8) en vantent les bonnes propriétés curatives dans le psoriasis ; *Lèredde* (9), dans les affections prurigineuses. *Schiff*, *Hahn*,

(1) Cité par Kapp, l. c.

(2) Steiner : Congresso della Societa dermatologica italiana, Roma, 18-20 décembre 1905.

(3) Murat : *Archives des laboratoires des hôpit. d'Alger*, 1906, N° 1.

(4) Scherber : *Dermatologisch de Zeitschrift*, D. XII, N° 7.

(5) Brocq : *Société franç. de dermatologie et syphil.*, 4 février 1904.

(6) Dubois : *Archives d'électricité médicale*, 1906, p. 52.

(7) Stopford-Faylor : *Archives of the Roentgen Rays*, mai 1906, N° 70.

(8) Marques : *Semaine médicale*, 22 mars 1905.

(9) Leredde : *Société de dermatologie*, 4 février 1904.

Holm, *Ziemssen*, ont usé la radiothérapie dans les eczèmes chroniques, *Colleville*, dans les ulcérations variqueuses des jambes. *Sorel* et *Soret* dans l'éléphantiasis des Arabes.

Fowle (1), dans un résumé sur l'use thérapeutique des rayons X sur la peau, relève la lenteur de ce procédé et la possibilité de dangers consécutifs. *Matzenauer* (2), à propos d'un cas de psoriasis guéri, présente, à la *Société dermatologique* de Vienne, le malade pour faire vérifier les résultats fâcheux d'atrophie de la peau avec ectasies veineuses qui a persisté un an et demi après les applications. *Pusey*, au Congrès de dermatologie de Washington (juin 1903), donne les indications de la roentgenothérapie, relativement à la peau, comme suit : 1° pour épiler dans le syscosis et la teigne ; 2° pour produire exfoliation des substances cornées ; 3° pour diminuer l'activité des sécrétions dans l'acné ; 4° pour atrophier les glandes sudoripares ; 5° pour détruire les micro-organismes dans les tissus ; 6° pour stimuler le métabolisme de la peau ; 7° pour détruire les tissus de faible résistance (épithéliomes) ; 8° pour calmer les douleurs et les prurits.

Enfin, les applications dans lesquelles la roentgenothérapie semble prendre sa plus grande importance, sont celles sur deux affections terribles par leur ténacité et les destructions qu'elles procurent ; et le plus grand honneur qu'on attribue à cette méthode, c'est de donner des cicatrices lisses, élégantes, qui n'ont pas la tendance à se retirer : je fais allusion au lupus et à l'ulcus rodens ou épithélioma cutané. Mais je risque d'entrer dans l'argument d'un autre rapport et je m'arrête.

Certainement, pour le peu de temps que nous connaissons scientifiquement les qualités de cette nouvelle énergie, on a fait beaucoup, mais il reste encore pas mal à faire.

Si nous visons à présent l'ensemble de ce rapport, nous trouvons un hymne continuel aux bonnes qualités de cette forme-ci et de cette forme-là d'électricité qui guérisse une série des maladies de la peau, et presque toujours les mêmes, interrompu çà et là de quelque note discordante : tel n'a pas pu obtenir les résultats vantés, tel autre est plus satisfait d'une applicatlon, tel autre d'une méthode différente. C'est la faute au médecin, à la différente machinerie ou au malade même ? C'est ça que nous attendons des nouvelles recherches : il faudra préciser toujours plus quelles spéciales conditions pathologiqnes soient les prédominantes dans un cas donné et pour ces conditions spéciales quelle est la forme d'électricité la plus convenable pour avoir une certaine et rapide guérison !

(1) Fowle : *Bost. med. and. surg. journ.*, 1901, N° 11.
(2) Matzenauer : *Wiener Gresell schaft f. Dermatologie*, 28 oct. 1903.

Traitement des tuberculoses chirurgicales par les courants de haute fréquence.

Par M. J. **DENOYÈS** (de Béziers).

Le titre seul de ce rapport lui assigne des limites à la fois plus précises et plus concordantes avec les idées actuelles que s'il avait été consacré aux *tuberculoses locales*.

Si le terme de tuberculose locale est encore employé, il faut reconnaître que sa valeur scientifique a été considérablement modifiée.

La tuberculose de Friedlander telle qu'on la concevait autrefois, c'est-à dire la tuberculose à localisation définitive et de bénignité relative, ne répond pas à une vérité clinique.

La division des tuberculoses en tuberculoses accessibles au chirurgien et en tuberculoses d'ordre purement médical a le double mérite d'être plus pratique et moins exclusive. Sans doute, elle est destinée à qualifier des groupements de lésions que les progrès incessants de la chirurgie feront très variables, mais elle aura toujours une signification *d'actualité*.

A l'heure présente, la chirurgie ne limite point son intervention aux seules tuberculoses externes : elle a abordé avec succès des tuberculoses internes ou viscérales : pulmonaires, rénales, péritonéale, etc... Elle a tellement étendu son domaine et elle répond si souvent à des indications opératoires tellement formelles qu'il ne saurait être question de poursuivre parallèlement l'étude des applications des courants de haute fréquence.

Il y a, en effet, parmi les tuberculoses actuellement considérées comme chirurgicales, des lésions que leur évolution, leur gravité ou leur siège rendent exclusivement justiciables d'une opération sanglante ou plus simplement de moyens chirurgicaux ; mais il y en a peut-être d'autres dans lesquelles les courants de haute fréquence, soit à titre d'adjuvants à la thérapeutique habituelle, soit à l'exclusion de tout autre moyen, sont susceptibles de donner d'excellents résultats.

Ce qu'il convient de rechercher, c'est précisément et uniquement quelles sont les localisations, les formes et les périodes dans lesquelles les courants de haute fréquence peuvent réellement rendre des services.

Si le présent rapport parvenait à traiter et à résoudre, dans toute son

ampleur, une pareille question, il terminerait un des chapitres les plus intéressants de l'histoire des hautes fréquences.

Malheureusement, si quelques observations ont mis en évidence la possibilité d'une action des courants de haute fréquence sur certaines tuberculoses chirurgicales, les faits qui ont été publiés ne sont ni assez variés, ni assez nombreux pour pouvoir fournir la documentation nécessaire à une étude à la fois suffisamment complexe et suffisamment démonstrative des applications de haute fréquence dans le traitement de ces affections.

En comparant ce qui a été fait sur cette question à ce qui resterait à faire je ne puis, en effet, que constater l'insuffisance des matériaux actuellement acquis. Je suis donc naturellement amené à considérer que c'est pour souligner l'intérêt et l'importance d'une étude plus complète que cette question a été portée à l'ordre du jour de ce Congrès.

Les remarques que je viens de faire auraient pu trouver place dans mes conclusions; mais j'ai tenu à préciser plus tôt le caractère de relativité de la mise au point que je vais tenter et à bien établir que, si je n'ai pas mieux édifié, c'est faute de matériaux.

Une analyse rapide des faits connus jusqu'à ce jour peut, toutefois, non seulement démontrer que les courants de haute fréquence ont donné, dans le traitement de certaines formes de tuberculose chirurgicale, des résultats encourageants, mais encore donner lieu, pour chacune d'elles, à quelques considérations utiles.

Faits cliniques

Les diverses publications consacrées à cette question dans la littérature spéciale à l'électrologie médicale se rapportent :

1° à des tuberculoses cutanées ;
2° à des tuberculoses ganglionnaires ;
3° à des tuberculoses ostéo-articulaires ;
4° à des tuberculoses viscérales.

Tuberculoses cutanées. — L'action des courants de haute fréquence appliqués au traitement des lupus a été étudiée par divers auteurs, qui ont publié, à ce sujet, un assez grand nombre d'observations (1). Elle a

(1) Oudin. *Annales d'Electrobiologie*, 1898, etc. — Brocq et Bissérié. *Société de dermatologie et de syphiligraphie*, 1900. — Leredde. Mode d'action des agents physiques faisant partie du domaine de l'électricité médicale dans le traitement des lupus (*Rapport au Congrès de l'A. F. S.* Montauban, 1902). — Laquerrière. Mode d'action des courants de haute fréquence contre le lupus (*Société française d'électrothérapie*, juillet 1902). Etc., etc.

d'ailleurs été résumée et discutée dans des revues ou des rapports très documentés, auxquels il serait d'autant plus difficile d'ajouter quelque chose, qu'en outre de la compétence particulière avec laquelle ils ont été écrits, la question elle-même ne paraît pas avoir fait dans la suite de notables progrès.

Il est inutile, dans ces conditions, d'entrer dans le détail des faits puisqu'ils ont déjà été longuement analysés : il me paraît suffisant de rechercher simplement si les travaux antérieurs ont établi quelles sont les formes de lupus qui peuvent être légitimement traitées par les hautes fréquences, quelle est la technique de ce traitement et quel est son mode d'action.

Pour éviter toute équivoque, je crois devoir rappeler, au préalable, la nouvelle conception pathogénique qui est aujourd'hui admise par un très grand nombre de dermatologistes et qui attribue à tous les lupus une origine tuberculeuse, en les réunissant dans le groupe des « *tuberculides* ».

Conformément à cette conception, le lupus vulgaire ou lupus de Willan, également qualifié de lupus tuberculeux, est considéré comme une tuberculide bacillaire ; tandis que le lupus érythémateux ou lupus de Cazenave est considéré comme une toxi-tuberculide. Ils doivent donc être égalemeut compris dans cette étude.

Quand on a parcouru les diverses publications ou discussions relatives à la thérapeutique du lupus, et notamment le rapport de Leredde au Congrès de l'A. F. S. de 1902, une impression subsiste : c'est que le traitement par les hautes fréquences convient surtout au lupus érythémateux.

Il est vrai qu'on a obtenu des améliorations et des guérisons de lupus vulgaires, mais en nombre manifestement insuffisant pour que ce traitement puisse être considéré comme ayant une réelle valeur curative.

Dans le lupus érythémateux, au contraire, comme le disait Leredde (1) en 1902 : « L'électricité de haute fréquence constitue une remarquable méthode thérapeutique et qui est destinée à faire disparaître la plupart des anciens procédés dans le traitement des formes congestives ».

On trouve une appréciation analogue dans un rapport de Jeanselme et Chatin (2) (1905) qui, passant en revue les nouvelles méthodes de traitement du lupus, constatent, dans leurs conclusions, que les courants de haute fréquence peuvent rendre des services dans les cas de lupus érythémateux centrifuge.

Il y a d'ailleurs des formes de lupus dont il est impossible, d'après

(1) Loc. citat.

(2) JEANSELME et CHATIN. — Rapport sur le traitement du lupus par les méthodes nouvelles (*Congrès International de la Tuberculose*. Paris, 1905).



des dermatologistes éminents, d'obtenir la guérison par une méthode locale. Il en est ainsi de certaines variétés de lupus érythémateux extrêmement fugaces, extrêmement superficiels, qui disparaissent sur un point pour reparaître sur un autre, et de certains lupus vulgaires, d'origine particulièrement profonde, qui s'accompagnent de lésions graves des muqueuses dont la persistance désespérante est une cause permanente de récidive pour les lésions cutanées.

En outre de la diversité d'action de la haute fréquence, suivant qu'il s'agit d'un lupus vulgaire ou d'un lupus érythémateux, il faut donc retenir que les caractères cliniques, la structure et la profondeur de chaque variété jouent un rôle important et conditionnent le résultat.

Quant à la technique employée, elle constitue, elle aussi, un facteur très important.

D'une façon générale, on peut dire que les résultats analysés dans les travaux auxquels j'ai fait allusion jusqu'ici, ont été obtenus, soit par l'effluvation au moyen d'un excitateur quelconque, soit par l'emploi de l'électrode à manchon de verre. Lorsqu'on utilise ce dernier moyen, l'application peut d'ailleurs avoir des effets très différents, suivant qu'on maintient le manchon de verre en contact avec la partie malade, ou qu'on le promène à une plus ou moins grande distance de la peau.

En raison de ces diverses variations de technique, on peut obtenir, soit de l'effluvation simple, soit les effets dus au seul passage du courant, soit une pluie de petites aigrettes ou d'étincelles très fines, soit encore des étincelles plus puissantes. La durée de l'application a aussi une importance considérable.

Dans ces conditions, le mode d'action de la haute fréquence peut être fort différent à plusieurs points de vue.

On peut constater, suivant le cas, de la vaso-dilatation ou de la vaso-constriction et jusqu'à la production de petites phlyctènes. En outre, les phénomènes lumineux, les rayons actiniques, sur lesquels Doumer, Laquerrière, Oudin, etc.... (1) ont attiré l'attention, peuvent être à peu près nuls ou, au contraire, plus ou moins puissants. C'est ainsi, par exemple, que lorsque les étincelles ont produit une vaso-constriction énergique dont le résultat est analogue à la compression nécessitée par la photothérapie, les rayons actiniques peuvent agir plus favorablement et que, dès lors, l'application peut se rapprocher, jusqu'à un certain point, de la méthode de Finsen. Il faut signaler, à ce propos, qu'on a construit, principalement en Amérique, des électrodes à manchon de verre dans lequel on a fait un vide relatif et qui constituent une sorte

(1) Voir notamment : *Bulletin officiel de la Société française d'électrothérapie et de radiologie*, juillet 1902.



de tube de Geissler. Ce tube, appliqué sur la peau, doit donner lieu à des effets tout particuliers et qui doivent nécessairement être tout à fait différents de ceux de l'effluvation pratiquée dans les conditions ordinaires

Une autre particularité, qui ne manque pas d'intérêt, a été soulignée par Laquerrière, et elle concorde certainement avec l'expérience personnelle de la plupart des électrothérapeutes. C'est que, cliniquement, les mêmes séances peuvent avoir, chez un même sujet, des influences très variables : « Certaines produisent des améliorations intenses, certaines autres, qui paraissent faites dans des conditions identiques, semblent sans aucune influence ».

Enfin, dans ces dernières années (en juin 1904), Strebel (de Munich) a fait connaître « un nouveau procédé thérapeutique pour le traitement du lupus et des tumeurs malignes par destruction *moléculaire* au moyen des étincelles de haute fréquence et de haute tension (1) ». Cet auteur prétend que sa méthode est supérieure à la thermothérapie, à la photothérapie et à la radiothérapie, car elle permet de modifier suffisamment, en une seule séance, les lésions lupiques pour qu'il en résulte une guérison rapide avec un effet esthétique parfait. Il s'agit, en somme, de la méthode préconisée par Bergonié, Bordier, Lacaille, Laquerrière, etc. pour le traitement des petits épithéliomas cutanés. Voilà encore une technique absolument différente de celles qui étaient précédemment employées.

L'exposé que je viens de faire et, en particulier, les différences notables qui existent entre les procédés utilisés par les divers observateurs, comportent quelques réflexions générales :

1° En ce qui concerne les résultats considérés comme définitivement acquis et le mode d'action des hautes fréquences;

2° En ce qui concerne l'avenir de cette thérapeutique du lupus.

Leredde, cherchant à expliquer l'action des hautes fréquences dans le lupus érythémateux, retenait comme plausibles :

Une action sur le système nerveux dont l'importance lui paraissait cependant douteuse en raison du rôle restreint que joue le système nerveux dans les lésions de la peau (2) ;

Une action directe sur les vaisseaux cutanés, action considérable et à longue portée qui aurait, au contraire, une grande importance ;

(1) Suchier. — Dans un article intitulé : « *Du traitement électrostatique du lupus vulgaire, du lupus érythémateux, et d'autres affections de la peau* », a décrit une méthode analogue (*Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, 1905).

(2) Leredde. — Le rôle du système nerveux dans les dermatoses (*Arch. générales de médecine*, 1899).

Une action probable « sur les cellules fixes, sur les éléments en diapédèse compris dans les tissus »;

Et il terminait en souhaitant que l'action des hautes fréquences put être portée plus profondément dans les tissus.

D'après Laquerrière, cette interprétation ne serait pas complète, parce qu'elle passe sous silence l'influence des rayons actiniques, qui, comme je l'ai dit plus haut, peut être capitale, et parce que ces rayons peuvent « au moins dans certaines conditions, pénétrer dans la *profondeur* des tissus, grâce à la vaso-constriction qui succède immédiatement l'étincelle ».

Ainsi se trouvent à peu près définies par ces deux appréciations, en l'état actuel de nos connaissances, les divers mécanismes par lesquels la méthode primitivement employée dans le traitement du lupus : l'effluvation simple ou l'application avec l'électrode à manchon de verre, peut exercer son action.

Si on cherche à expliquer plus particulièrement la différence des résultats obtenus, au moyen de ces premiers procédés, d'une part dans le lupus vulgaire, d'autre part dans le lupus érythémateux, il faut, semble-t-il, tenir compte et de l'anatomie pathologique et des effets immédiats du traitement tel qu'il était appliqué

Dans le lupus érythémateux, dit Leredde, « le point de départ paraît se trouver dans le réseau vasculaire hypodermique » et il présente souvent des formes dans lesquelles les lésions vasculaires sont prédominantes. Or les applications de haute fréquence telles quelles étaient pratiquées, avaient, en outre, des divers effets qui ont été énumérés plus haut, une action vasculaire des plus nettes qui s'adressait directement à cet élément prédominant.

Peut-être pourrait-on invoquer aussi que le lupus érythémateux est considéré, dans la plupart des cas, comme une tuberculose locale extrêmement atténuée, comme une forme moins virulente que le lupus vulgaire.

Quoi qu'il en soit, voici comment cette question du traitement du lupus par les courants de haute fréquence, que la diversité de formes cliniques et surtout l'extrême variabilité des conditions d'observation ont rendue très complexe, peut être résumée en l'état actuel :

Les faits positifs, assez nombreux, pour le lupus érythémateux, établissent que l'on peut guérir certaines formes de lupus par les courants de haute fréquence.

Les faits négatifs qui, pour la plupart, concernent le lupus vulgaire, ne prouvent pas que ces courants soient dépourvus de toute action curative dans cette dernière forme de tuberculose cutanée.

Il est certes parfaitement logique d'admettre, comme le faisait récemment remarquer Leredde (1), que le médecin doit renoncer à l'emploi de méthodes qui ne sont pas curatives en série, lorsque, après quelque temps, elles n'ont pas amené la guérison vraie; mais, il n'en est pas moins certain que l'action des hautes fréquences dans le lupus tuberculeux, j'entends le lupus vulgaire, a été expérimentée dans des conditions de technique tellement variables que les expériences antérieures, fussent-elles très nombreuses, ne peuvent donner, à une conclusion catégorique, aucune autorité.

Ce sont ces différences de technique qui expliquent les opinions presque contradictoires d'observateurs égalemeut compétents Chacun ayant, à ce point de vue, une pratique personnelle, toute particulière, les résultats qu'il est en mesure de citer ne sont applicables qu'à cette pratique.

L'avenir de cette thérapeutique n'est donc nullement compromis. La question reste simplement presque tout entière à résoudre.

Il s'agit de savoir si une technique spéciale convient plus particulièrement au traitement du lupus vulgaire, et il s'agit de démontrer, une fois cette technique déterminée, par un nombre suffisant de faits uniformément observés, si cette technique a une réelle valeur thérapeutique.

Il serait important de savoir, par exemple, si la méthode de Strebel, appliquée à un grand nombre de cas et contrôlée de divers côtés, ne serait pas susceptible de donner des résultats plus constants que ceux qu'on a obtenus jusqu'à présent.

Ce ne sera qu'après une expérimentation prolongée d'une ***méthode unique***, que la valeur de cette méthode, dans le traitement du lupus vulgaire, pourra être définitivement jugée (2).

En dehors des cas de lupus, on ne trouve guère d'observations, d'autres formes de tuberculose cutanée (3) traitées par les hautes fréquences. Du moins le nombre de ces observations disparates n'est-il pas suffisant pour donner lieu à quelques considérations générales.

(1) LEREDDE. — Traitement du lupus et traitement des lupiques (Communication au *Congrès International de la Tuberculose*. Paris, 1905).

(2) Ainsi que le fait remarquer STREBEL lui-même, son procédé diffère totalement des procédés employés antérieurement. Cet auteur insiste sur ce fait qu'il obtient une véritable fragmentation, une désintégration ou une destruction cellulaire. Il attribue, en effet, à l'étincelle telle qu'il l'utilise, une action mécanique, thermique et électrolytique qui entraine la mort de la cellule Les tissus ainsi frappés de mort, jouant le rôle de corps étrangers, provoquent une vive réaction inflammatoire qni aboutit à leur élimination.

(3) RIVIÈRE a communiqué, par exemple, au Congrès de 1900 (Paris), une observation de gomme tuberculeuse dont il avait obtenu la guérison en un mois de traitement.

OSES GANGLIONNAIRES. — L'action des hautes fréquences sur ganglionnaires n'a pas été non plus bien souvent expé- ve à peine, à ce sujet, quelques rares publications.

Rivière a communiqué au congrès de 1900 (Paris), icale dans lequel il avait obtenu, au moyen de notable des ganglions et la suppression des

c L. Imbert (1) une observation d'adéno- tée par les courants de haute fréquence é la diminution considérable et très

la Société française d'Électrothé- obtenus par l'effluvation « dans de cou ».

ment communiqué (3) un cas d'adéno- avec écoulement abondant de pus dans lequel x bacilles de Koch. Après dix-sept séances d'efflu- n était complète.

de ce genre sont néanmoins trop peu nombreux pour qu'il sible d'en tirer des conclusions intéressantes.

Il semble d'ailleurs que les excellents résultats obtenus par divers observateurs, entre autres par Bergonié (4), Desplats (5), Redard (6), etc., au moyen de la radiothérapie, ont fait préférer ce dernier mode de traitement aux hautes fréquences, pour les tuberculoses ganglionnaires.

TUBERCULOSES OSTÉO-ARTICULAIRES. — Quant aux tuberculoses ostéo-articulaires, elles ont donné lieu à quelques essais de traitement par les hautes fréquences dont le nombre est évidemment assez restreint mais dont les résultats méritent d'être analysés en détail.

Cette application des hautes fréquences constitue, en effet, une tentative relativement récente, au sujet de laquelle les documents sont beaucoup

(1) L. IMBERT et J. DENOYÈS. — Note sur le traitement des tuberculoses chirurgicales par les courants de haute fréquence (*Gazette des Hôpitaux*, février 1902).

(2) Décembre 1903.

(3) *Congrès de Physiothérapie*. Liège, 1905

(4) BERGONIÉ. — *Compte rendu Académie des Sciences*, 27 mars 1905. — Sur l'action nettement favorable des rayons X dans les adénopathies tuberculeuses non suppurées (*Congrès de l'A. S. F.*, Cherbourg, 1905).

(5) DESPLATS. — Traitement des adénites tuberculeuses par les rayons X (Communication au *Congrès de Physiothérapie*, Liège, 1905).

(6) REDARD. — Radiothérapie dans les adénopathies tuberculeuses (Communication au *Congrès pour l'etude de la tuberculose*, Paris, 1905).

plus rares que pour le lupus, sur laquelle l'attention des électrothérapeutes a été malheureusement trop peu attirée et qui paraît susceptible de donner, dans des limites qu'il appartiendra à l'expérience de déterminer, des résultats du plus grand intérêt.

En 1898, dans un article où il rendait compte de quelques essais de traitement des tuberculoses chirurgicales par les courants de haute fréquence, S. Catellani (1) exposait les faits suivants :

Un malade atteint de tuberculose de la première articulation interphalangienne du deuxième orteil droit avait été traité pendant vingt jours. A la suite des premières séances, on avait noté une augmentation de la solution de continuité. A partir du deuxième jour, au contraire, l'ulcération s'était peu à peu retrécie : mais, le malade ayant réclamé, d'une façon pressante, une intervention chirurgicale, le traitement électrique fut supprimé, sans qu'il fut possible d'être fixé sur le résultat définitif de l'emploi des hautes fréquences.

Dans un cas de tuberculose du tarse droit, le traitement fut appliqué cent-soixante-quatre jours, « sous forme d'effluve, de bains ou de décharges toujours localisés à la partie malade (2) ». La durée des séances variait de quinze à quarante minutes.

A la suite de ces observations, Catellani déclarait ne pouvoir apporter de conclusions précises sur la valeur thérapeutique des courants de haute fréquence dans les tuberculoses chirurgicales.

D'autre part, Sudnik (3) (de Buenos-Ayres), dans un mémoire paru en 1899, rapportait une guérison d'abcès froid obtenu après vingt-cinq séances de haute fréquence, et Rivière annonçait au Congrès de 1900, qu'il avait observé la guérison d'une arthrite du genou « de nature suspecte ».

J'ai moi-même publié en 1902, en collaboration avec L. Imbert, dans un article consacré au traitement des tuberculoses chirurgicales par les courants de haute fréquence (4) et dans lequel nous faisions un histo-

(1) S. Catellani. — Etat actuel des applications en médecine des courants de grande fréquence et de haute tension. Tentative de traitement des tuberculoses chirurgicales (*La Réforme méd.*, Nos 48 et 49, 1898, analysé *in* Archives d'électricité médicale, 1898).

(2) N'ayant pu consulter le mémoire original, je reproduis, au sujet de la technique employée par Catellani, les renseignements fournis par l'auteur de l'analyse parue dans les *Archives d'électricité médicale*, 1898.

(3) Sudnik. — Action thérapeutique locale des courants de haute fréquence (*Annales d'Electrobiologie*, 1899).

(4) L. Imbert et J. Denoyès. — Note sur le traitement des tuberculoses chirurgicales par les courants de haute fréquence (*Gazette des Hôpitaux*, février 1902).

rique sommaire de la question, deux observations (1) qui, dans cette application encore toute nouvelle, présentaient un certain intérêt.

Il s'agissait dans le premier cas d'une arthro-synovite tuberculeuse du poignet droit, chez un homme de trente-quatre ans qui présentait, en même temps, des signes manifestes de tuberculose pulmonaire. Sous l'influence des courants de haute fréquence, l'état de l'articulation malade fut amélioré d'une façon nettement progressive. Cette amélioration porta aussi bien sur les signes physiques (gonflement, etc...) que sur les signes fonctionnels. Elle fut assez prononcée et dura assez longtemps pour qu'il fut possible d'admettre la guérison, puisque le malade revu cinq mois après la cessation du traitement, était toujours en excellent état, quoique ayant repris très régulièrement son travail manuel.

Dans le deuxième cas, il s'agissait d'une jeune fille qui présentait une diaphysite tuberculeuse de l'humérus, pour laquelle une intervention chirurgicale avait été jugée nécessaire. Chez cette malade, il est incontestable que le traitement par les hautes fréquences amena une très réelle amélioration, équivalant à une guérison, si l'on considère les modifications cliniques, fonctionnelles et mêmes radiographiques qui survinrent dans l'état du membre lésé et dans le détail desquelles je ne saurais entrer ici, cette observation ayant été publiée in extenso (2).

C'était là d'ailleurs une observation d'autant plus intéressante qu'elle constituait le premier fait de tuberculose osseuse sensiblement modifiée par les courants de haute fréquence.

En dehors de ces deux cas (3) j'avais eu également l'occasion d'observer trois malades atteints l'un d'arthrite tuberculeuse du cou-de-pied, les deux autres d'ostéo-arthrite du poignet et du carpe. Les résultats obtenus chez eux avaient été comparables pendant toute la durée du traitement à ceux que je viens de rappeler, mais je ne les avais pas publiés, parce que le traitement ayant été interrompu un peu trop hâtivement et les malades n'ayant pas été revus, ils me paraissaient moins démonstratifs. Ils étaient cependant des plus encourageants au moment où je cessai de les observer et il me paraît utile d'en faire état dans la documentation de cette question.

On peut encore rapprocher de ces faits une observation d'hydarthrose

(1) L'une de ces observations, la première que je rappelle ici, avait déjà été publiée, dans une étude consacrée à l'action thérapeutique des applications directes des courants de haute fréquence (DENOYÈS, *Archives d'électricité médicale*, février et mars 1901).

(2) L. IMBERT et J. DENOYÈS. — Loc. citat.

(3) Ces deux observations étaient réunies dans l'article auquel je fais allusion, à celle concernant une adénopathie cervicale dont j'ai précédemment parlé.



tuberculeuse que j'ai rapportée en détail (1) et dans laquelle la guérison avait été parfaite.

Dans la suite, toute une série de faits très intéressants ont été publiés par divers auteurs : par Billinkin, Lacaille, Zimmern, Oudin et Ronneaux, Picard et Girard, etc.

C'est ainsi par exemple que Billinkin (2), dans deux communications à la *Société française d'Electrothérapie* a exposé les excellents effets des hautes fréquences dans un certain nombre de cas d'ostéo-périostite tuberculeuse. Il en est quelques-uns qu'il a communiqués en détail :

Une ostéo-périostite du tibia, sans fistule, fut guérie en un mois, alors que tous les traitements antérieurs avaient échoué;

Une ostéo-périostite de la première phalange du pouce droit et du métacarpien correspondant, avec fistules, était à peu près complètement guérie lorsqu'il cessa de voir le malade : les fistules, en particulier, n'existaient plus ;

Dans un cas d'ostéite condensante du gros orteil, le traitement donna des résultats moins rapides, quoique, grâce à des incisions préalables, l'effluve pût être porté directement sur les points malades.

Un homme, chez lequel un abcès en rapport avec un foyer d'ostéite costale avait été incisé et chez lequel la suppuration de même que la lésion ostéo-périostique persistaient indéfiniment, obtint, après quinze jours d'effluvation, la cessation de la suppuration et des douleurs.

Chez un autre malade, ayant subi une résection costale, malgré laquelle les lésions tuberculeuses avaient continué leur évolution et dont la plaie, très large, suppurait constamment depuis plusieurs années, un traitement de cinq mois amena la guérison de l'ostéite et la cicatrisation parfaite de la plaie.

Dans la même séance de la *Société française d'Electrothérapie* et à propos de la communication de Billinkin, Zimmern a déclaré avoir obtenu très rapidement, chez un enfant atteint d'arthrite tuberculeuse du genou, une diminution considérable de la tuméfaction et un résultat fonctionnel satisfaisant. Il ajoutait qu'il avait, au contraire, essayé, sans succès, la haute fréquence dans une synovite à grains riziformes.

Oudin annonçait également, à la même occasion, qu'il avait pu se convaincre, lui aussi, des bons effets de la haute fréquence dans les ostéo-périostites de nature tuberculeuse. « J'ai constaté, disait-il, trois cas de guérison rapide de tumeurs blanches. Dans le premier, il s'agissait

(1) DENOYÈS. — Les courants de haute fréquence. *Propriétés physiques, physiologiques et thérapeutiques*. Baillière, éditeur, 1902.

(2) BILLINKIN. — Ostéo-périostites traitées par l'effluve de haute fréquence (*Société française d'électrothérapie*, décembre 1903 et mars 1904).

d'une jeune fille qui avait subi un long traitement à St-Louis et qu'on voulait opérer. Après trois semaines de traitement par la haute fréquence, les symptômes douloureux avaient presque disparu, la marche était devenue possible. On obtint une véritable guérison qui s'est maintenue depuis près de quatre ans. Le deuxième cas a trait à une coxalgie suppurée ancienne chez un enfant: il persistait une fistule qui a tari après douze séances d'effluvation. Il n'y a pas eu de récidive. Le troisième cas était un spina-ventosa » dans lequel la guérison fut obtenue sans production de fistules.

En 1904, Picard et Girard (1) ont relaté la guérison d'un enfant atteint de tuberculose osseuse, pour laquelle la seule intervention déclarée possible, disent-ils, était l'amputation du bras.

En 1905, dans une communication au congrès de Physiothérapie, Oudin et Ronneaux citent, à diverses reprises, l'heureuse influence des hautes fréquences sur les tuberculoses articulaires.

Depuis mes premières publications sur ce sujet, j'ai eu d'ailleurs moi-même l'occasion de vérifier cette influence sur plusieurs malades. Je citerai seulement trois d'entre eux, car la longue durée de la période pendant laquelle j'ai pu les suivre, même après la cessation du traitement, m'a permis de constater que les résultats pouvaient être considérés comme définitifs.

L'un présentait une arthrite tuberculeuse du genou, dont la forme m'a paru répondre parfaitement au type de rhumatisme tuberculeux sur lequel Poncet et Leriche viennent de nouveau et tout récemment d'attirer l'attention. Les deux autres présentaient des tumeurs blanches du genou avec fistules et écoulement persistant.

Dans ces trois nouveaux cas, l'évolution clinique des lésions n'a été modifiée que lorsque le traitement par la haute fréquence a été institué. Dès lors la guérison symptomatique a été obtenue progressivement pour chacun de ces malades. Ils ont conservé soit de la roideur, soit de l'ankylose, qui étaient inévitables en raison des modifications des surfaces articulaires antérieures au traitement; mais ils ont recouvré l'usage à peu près normal du membre atteint, qui, pour certains, est devenu capable de supporter des courses ou des occupations professionnelles fatigantes.

Doumer, de son côté, m'a annoncé qu'il comptait apporter au présent congrès deux faits qui démontrent, d'une façon frappante, l'efficacité des hautes fréquences.

Tels sont les principaux faits que j'ai pu recueillir et qu'il m'a été

(1) Picard et Girard. — (*Cannes méd.*, 15 janvier 1904).

permis d'analyser. Si la bibliographie que j'ai pu faire est incomplète, elle me parait cependant suffisante ou, tout au moins, assez typique pour permettre de juger de l'état actuel de la question, pour en souligner l'intérêt et donner lieu à quelques considérations d'ensemble

Un premier point assez important à retenir, c'est que la plupart des résultats que je viens de rapporter ont été obtenus au moyen de l'effluvation de haute fréquence, généralement pratiquée avec un balai métallique, en applications le plus souvent bipolaires. Certains observateurs ont également employé, soit au cours, soit à la fin de la séance d'effluve, des étincelles plus ou moins énergiques. Quelques-uns se sont servi de l'électrode à manchon de verre, et Billinkin a utilisé parfois des tiges de cuivre qu'il entourait de deux feuilles de chaterton séparées par une feuille de mica et qu'il introduisait dans les trajets fistuleux, pour agir plus profondément. Oudin fait remarquer, avec juste raison, qu'il n'est pas nécessaire de recourir à ce moyen pour obtenir une action profonde, car les effluves, qui traversent si facilement le verre et l'ébonite, pénètrent assez profondément dans le corps, qui représente une grosse capacité, tandis que l'épiderme ne constitue qu'un diélectrique insignifiant. Le seul détail qui parait, au contraire, très important, c'est que l'effluve doit être, suivant la tolérance du malade, aussi puissant que possible.

Quant aux *applications directes*, auxquelles on a eu parfois recours (je m'en suis servi moi-même dans quelques cas), elles ont été beaucoup moins expérimentées, et il est difficile de formuler une opinion à leur égard. Je les crois cependant susceptibles d'une action énergique; mais elles sont quelquefois, suivant le siège des lésions, plus difficiles à pratiquer que l'effluvation.

Si, laissant de côté ce qui a trait à la technique, on essaie de tirer, des observations publiées, une idée synthétique des indications des hautes fréquences, en l'état actuel, il semble bien qu'elles ont *surtout* agi, quelle que fut d'ailleurs la gravité anatomique des lésions, dans des formes de tuberculose ostéo-articulaire à évolution plutôt lente et de virulence plutôt atténuée.

Il y a, en effet, de très grandes différences entre les variétés cliniques de tuberculose osseuse ou articulaire. Ollier a beaucoup insisté sur ces différences : « Il y a, disait-il, des tuberculoses graves et des tuberculoses bénignes; il y en a qui se généralisent, d'autres qui restent locales; il y a des tuberculoses qu'il ne faut pas opérer, d'autres que l'on peut opérer sans crainte ».

Ce n'est certainement pas dans les formes particulièrement *malignes* évoluant avec une rapidité extensive qu'aucun traitement ne peut enrayer.

complètement assimilables, comme l'a fait remarquer Mauclaire, à des cancers, qu'on peut songer à utiliser les hautes fréquences. Il faut absolument réserver ces essais de traitement à des formes moins virulentes dont l'existence est indiscutable puisqu'il existe même des formes microbiennes bénignes qui constituent, comme l'a dit Ollier, des tuberculoses *éteintes*.

Ne serait-elle limitée qu'à des foyers à demi-éteints, l'intervention des hautes fréquences n'en constituerait pas moins un grand avantage au point de vue thérapeutique. Il faut reconnaître, en effet, qu'à cause de l'apparente bénignité de certaines tuberculoses, en raison même de leur marche torpide, le malade ou son entourage acceptent difficilement un traitement quelconque si celui-ci présente quelque longueur ou entraîne quelques ennuis. C'est ainsi, par exemple, que l'immobilisation est très souvent refusée. Il est incontestable, d'autre part, que la persistance prolongée des lésions, même dans un état stationnaire, est un danger permanent, local et général pour le malade. Une fistule persistante peut parfaitement amener l'envahissement des parties voisines de l'articulation si elle n'est pas encore atteinte, des séreuses, des ganglions, etc... . En outre, il a été démontré que beaucoup de tuberculoses mixtes contenaient des staphylocoques ou des streptocoques provenant le plus souvent d'une fistule qui faisait communiquer le foyer tuberculeux avec l'extérieur et que ces tuberculoses qui avaient eu, au début, une allure peu inquiétante pouvaient, dès lors, avoir une marche très rapidement destructive.

On peut donc conclure que l'application des hautes fréquences à des formes de tuberculose dans lesquelles l'expérience aurait démontré leur efficacité serait d'autant plus heureuse qu'elle pourrait être aisément acceptée.

Il y a lieu de noter d'ailleurs avec quelle rapidité, dans la majorité les cas publiés, les hautes fréquences ont modifié la marche de l'affection et surtout combien les divers symptômes : la douleur, le gonflement, l'atrophie musculaire, lorsque celle-ci n'était pas irrémédiable, la contracture (1), etc... ont été amendés. Il faut aussi plus particulièrement remarquer l'action spéciale sur les fistules, qui se sont généralement fermées très vite, sans qu'il y ait eu de récidive ultérieure.

En dehors de cette action sur l'ensemble symptomatique, il y a eu, dans la mesure du possible, des modifications profondes, des modifications

(1) Lannelongue a précisément insisté sur le rôle de la contracture musculaire qui favorise l'inoculation en maintenant en contact permanent les deux extrémités osseuses, ce qui permet aux bacilles de passer de l'une sur l'autre et qui favorise mécaniquement la destruction des surfaces articulaires, par la pression continue qu'elle exerce sur ces parties déjà affaiblies, ulcérées ou raréfiées.



anatomiques, révélées par la radiographie dans quelques observations où des épreuves faites à diverses époques être n puot comparées entre elles. Ces radiographies ont montré, en effet, la modification des contours articulaires ou osseux et surtout la modification de la transparence de l'os, qui redevenait plus voisine de l'état normal (1).

Il resterait à expliquer par quel mécanisme les hautes fréquences peuvent agir sur les tuberculoses ostéo-articulaires ; mais on en est réduit, à ce sujet, à des hypothéses plus ou moins plausibles.

Oudin, qui a étudié l'influence des effluves et des étincelles de haute fréquence sur la circulation générale ou locale et qui a pris notamment des tracés de pouls capillaire, attribue une grande importance à l'action sur l'élément circulatoire.

En même temps qu'elle cependant, ajoute-t-il, « doivent se produire des échanges nutritifs plus actifs, une vitalité locale pour ainsi dire exagérée, ainsi qu'en témoigne l'abondance de la sueur (2) locale, par conséquent des sécrétions glandulaires. Des expériences en cours nous ont fait aussi supposer que la pression osmotique est sensiblement modifiée par la haute fréquence et que, par conséquent, les échanges nutritifs cellulaires doivent être très augmentés. D'autre part, le passage du courant de haute fréquence dans les tissus en élève notablement la température, ainsi que d'Arsonval l'avait déjà signalé..... Ce serait bien peu de chose s'il ne s'agissait que de la peau, mais il est bien certain que cette réaction s'étend loin dans la profondeur des tissus. Or, cette élévation de température ne doit pas être un facteur de moindre importance dans les réactions vitales. »

Quel que soit le mécanisme de leur action, qu'ils agissent à la façon de certains traitements purement physiques ou mécaniques déjà appliqués, comme les méthodes basées sur l'hyperhémie, par exemple, ou, ainsi qu'il est plus vraisemblable, d'une façon plus complexe, au point de vue physique et plus intime, au point de vue anatomique, les courants de haute fréquence exercent une action très favorable sur certaines formes de tuberculose ostéo-articulaire. C'est la conclusion qu'il faut retenir, pour le moment, laissant à une expérimentation plus laborieuse, basée sur un plus grand nombre et une plus grande variété de documents, le soin de déterminer, d'une manière plus précise, quelles doivent être les limites de leurs applications et quel est, en dernière analyse, le secret de leur énergique influence.

(1) C'est ce que j'ai pu constater personnellement dans certaines de mes observations.

(2) C'est là une particularité que j'ai également observée d'une façon à peu près constante.

Tuberculoses viscérales. — Les applications des courants de haute fréquence au traitement des tuberculoses viscérales sont à peu près nulles.

Bonnefoy (1) a cependant publié une observation de testicules tuberculeux traités et guéris par l'effluve. J'ai observé moi-même un cas de uberculose testiculaire traité par le même procédé et qui paraissait guéri lorsque je cessai de voir le malade ; mais je ne l'ai pas relaté précisément parce que j'ignorais ce qu'il était devenu.

Par suite de leur localisation souvent profonde, de leur virulence souvent considérable et des difficultés qui entourent le diagnostic, les tuberculoses viscérales offrent d'ailleurs un assez mauvais champ d'expérimentation. Des tentatives sont toutefois possibles, surtout pour des organes facilement accessibles, comme le testicule, pour lequel l'effluvation est très aisée; ou comme la prostate, qui peut parfaitement être atteinte grâce à la méthode de Doumer : les faits se chargeront de démontrer si ces tentatives sont susceptibles d'efficacité.

Faits expérimentaux

Au point de vue expérimental, on peut dire que les documents font totalement défaut.

Les quelques recherches, dont Sudnik a publié le résultat, sont limitées à des essais de traitement d'ulcérations tuberculeuses artificiellement produites. Quant aux expériences que j'ai poursuivies moi-même avec Lagriffoul, sur la tuberculose du cobaye, elles ont été faites pour étudier l'influence des hautes fréquences sur la marche de la généralisation et n'ont aucun intérêt dans la question qui nous occupe.

L'expérimentation présenterait cependant les plus grands avantages, surtout pour les tuberculoses ostéo-articulaires ; mais la détermination expérimentale d'une localisation ostéo-articulaire, dans des conditions qui se rapprochent autant que possible de la clinique, est soumise à de telles difficultés que de pareilles tentatives exigeraient nécessairement un temps très long.

Lorsque les expériences de Max Schuller (1880) avaient encore force de loi, il pouvait paraître assez facile de produire de pareilles lésions pour les traiter ensuite. Il suffisait, en effet, d'après l'expérience-type de cet auteur, de tuberculiser des animaux en leur injectant, par exemple, des crachats tuberculeux ou des fragments de poumon caséeux dans la trachée et de traumatiser ensuite leurs articulations. Max Schuller prétendait obtenir ainsi des tumeurs blanches

(1) Bonnefoy. — *Archives d'électricité médicale*, 1906.

Telle n'est pas l'opinion actuelle. On considère aujourd'hui les arthrites septiques ainsi produites, non comme des tumeurs blanches, mais simplement comme des localisations articulaires de la septico-pyohémie dues à l'inoculation de produits impurs.

Von Krause (1890) reprit ces recherches en utilisant des cultures pures de bacilles de Koch et obtint, chez un certain nombre d'animaux, des lésions de tuberculose synoviale qui sont considérées actuellement comme des foyers granuliques chez des animaux ayant succombé à une granulie, et non comme des arthrites tuberculeuses au sens exact du mot.

Lannelongue et Achard qui ont fait de très nombreuses expériences, dans des conditions diverses, de façon à se rapprocher, autant que possible, de la pathologie humaine, n'ont pas pu réaliser des tumeurs blanches chez des animaux tuberculisés avec des cultures pures et traumatisés. Ils n'ont obtenu que quelques localisations tuberculeuses chez des animaux inoculés avec des produits impurs.

Friedrich, employant des cultures de virulence faible n'a jamais obtenu de foyers tuberculeux dans les points traumatisés, mais dans les régions qui n'avaient subi, au contraire, aucun traumatisme.

Honsell est arrivé également à cette conclusion que le traumastisme n'a aucune influence sur la localisation de la tuberculose articulaire.

D'autre part, Petrow et Salvia ont démontré : l'un qu'un traumatisme articulaire grave pratiqué aussitôt après l'inoculation, l'autre que des traumatismes fréquents et répétés peuvent jouer un rôle dans la production des tumeurs blanches ou des lésions d'ostéite tuberculeuse.

J'ai tenu à relater le résumé de ces expériences, dont certaines sont toutes récentes, afin d'établir combien il était difficile, ou tout au moins incertain, de réaliser volontairement telle lésion ostéo-articulaire sur laquelle on voudrait expérimenter l'action des hautes fréquences, et surtout pour montrer à quelle critique rigoureuse devraient être soumis les faits de ce genre dont on voudrait faire état.



Ce rapport que la complexité du sujet lui-même et la variabilité des conditions d'observation des faits dont il fallait rendre compte a rendu, sans doute, trop long ne comporte guère de conclusions générales.

J'ai eu soin de préciser, dès le début, le caractére de relativité de cette mise au point ; mais j'ai tenu à exposer le plus grand nombre de faits parmi ceux qui paraissaient le plus typiques.

En outre, j'ai cru devoir indiquer, à propos de chaque groupe de

lésions, en raison du caractère disparate que, malgré leur origine commune, leur impose leur localisation spéciale et l'ensemble de leurs signes cliniques, les conclusions qui me paraissaient justifiées pour chacun d'eux.

Une seule considération générale me paraît devoir être dégagée de cette étude : c'est la réalité de l'influence que les courants de haute fréquence, *dans certaines conditions de technique*, sont susceptibles d'exercer sur *certaines formes* de tuberculose chirurgicale. Elle suffit à souligner l'intérêt d'une observation clinique et expérimentale plus approfondie.

DISCUSSION

M. Oudin. — J'ai vu récemment un cas de tuberculose péritonéale, type constaté par de nombreux maitres en médecine et en chirurgie. Alors qu'on songeait à une intervention opératoire, en raison de l'occlusion intestinale et des vomissements devenant fécaloïdes, il se produisit une légère rémission qui permit de commencer l'effluvation de haute fréquence. Les résultats furent excessivement brillants, en moins de trois semaines, les anses intestinales s'étaient déliées, l'ascite avait disparu, l'état général de l'enfant était excellent

Je sais bien que ces faits ne sont pas rares sans aucune intervention thérapeutique Mais pourtant ici la guérison a été si rapide que je crois devoir en attribuer une bonne partie à l'effluvation de haute fréquence.

M. Doumer croit que les applications de haute fréquence sous forme d'effluvation sont un excellent moyen de traitement dans les cas d'ostéite tuberculeuse; il rapporte deux cas qu'il publiera ultérieurement, où les résultats ont été des plus nets.

Au point de vue historique, il rappelle que ce n'est pas à M. Bordier que nous sommes redevables de la méthodde du traitement des épithéliomas par les étincelles de haute fréquence, mais bien à M. Rivière, qui a fait une communication très nette à ce sujet, en 1900, au premier Congrès international d'électrologie et de radiologie médicales. M. Doumer croit devoir faire cette rectification par souci de la vérité historique et des intérêts scientifiques des membres de nos congrès.

Dr de Keating Hart (de Marseille). — J'ajoute, en confirmation des paroles de M. le Pr Doumer, qu'avant même qu'aucune communication ait été faite, j'ai vu M. Rivière (de Paris) opérer chez lui des cancroïdes par l'étincelle de haute fréquence.



Rapport sur la Stéréoscopie et la Stéréométrie radiographique et radioscopique.

Par M. Th. GUILLOZ (de Nancy).

Les rayons X permettent une investigation diaphanoscopique du corps humain qu'on n'aurait jamais pu réaliser, même en supposant la perfection de tous les dispositifs expérimentaux, par l'emploi d'aucune autre radiation connue. Toute méthode diaphanoscopique est basée sur l'absorption plus ou moins grande des tissus suivant leur nature et leur épaisseur et repose sur l'examen de la répartition quantitative des rayons, après qu'émis par une source ils ont traversé les tissus Ils donnent alors des ombres, des silhouettes devant rappeler les particularités diverses de l'objet au point de vue de son opacité. Pour que les silhouettes soient nettes, il faut que le rayon, dans sa marche, ne subisse pas de déviations, c'est-à-dire que la radiation ne soit pas réfrangible, sans quoi les contours s'altèrent. L'image diaphanoscopique peut même ne plus indiquer la présence au sein des tissus de parties absolument opaques; la lumière, par suite de sa réfraction, se répartissant d'une façon homogène, comme si elle avait contourné l'obstacle.

C'est ainsi que le doigt, à une vive lumière, apparait à peu près uniformément rosé, ne donnant pas d'indications sur sa constitution si hétérogène.

C'est dire que c'est surtout par leur absence de réfraction que les rayons de Rontgen peuvent être si avantageusement utilisés dans l'examen des organes. Deux seuls perfectionnements semblent devoir être recherchés dans la voie de leurs admirables applications pratiques pour les rendre parfaites Obtenir d'une part des radiations Röntgen dont la perméabilité pour les différents tissus soit variable, de façon à obtenir des différentiations dans des régions qui, habituellement, ne se reconnaissent pas dans les examens tels qu'on les pratique. C'est une voie limitée, il est vrai, mais déjà ouverte par des recherches diverses. Elle consiste à faire montrer aux rayons X ce qu'ils n'indiquent pas encore ou ce qu'ils indiquent encore mal.

D'autre part, on sait que les radiogrammes, projections coniques, donnent des déformations des objets pour tout ce qui est éloigné du rayon dit normal, et que, sur une seule radiographie, ou par une simple vue fluoroscopique, on ne peut se rendre compte de la position relative en profondeur des diverses particularités de l'objet. Il y a bien quelques indices et manières d'opérer qui permettent de se rendre compte si telle partie est, par rapport à une autre, dans un plan plus ou moins profond; mais ces indices sont souvent vagues et incertains. Les ortho-radiogrammes donnent l'évaluation exacte des contours; des procédés permettent, à l'aide de deux projections radiographiques, la reconstitution réelle dans l'espace, par des constructions géométriques ou des calculs, de la situation de points importants et donnent ainsi les mesures radiographiques. Il n'en est pas moins vrai qu'un grand progrès de la radiologie consisterait à montrer facilement les images des corps tels qu'ils sont, sans déformation, avec leur relief.

L'intérêt de la stéréoscopie radiographique et radioscopique ressort immédiatement de ces considérations, de même que la simplification des mesures qui pourra se faire sur l'image stéréoscopique, correctement formée, aussi facilement et exactement que sur un objet ordinaire.

Ajoutons que ces examens, en particulier la radioscopie stéréoscopique, présentent certaines difficultés et sont sujets à des causes d'erreurs qu'il est très important d'étudier.

STÉRÉOSCOPIE ET STÉRÉOMÉTRIE RADIOGRAPHIQUES

L'image radiographique est une perspective correcte comme celle que fournit l'objectif photographique sans distorsion. Elle donnera à l'œil, placé où se trouvait l'anticathode et examinant un négatif face gélatine, une impression équivalente à celle qu'il aurait reçue s'il s'était trouvé (plus exactement son premier point nodal) à la place du centre d'émission de rayons X, et avait pu disposer de rayons visuels plongeant directement, sans réfraction, dans l'objet.

Mais une vue perspective ou, ce qui revient au même, la vision monoculaire d'un objet, est impuissante à nous donner une notion exacte de la répartition dans l'espace des différents points de l'objet examiné, sans que nous fassions appel à des notions accessoires pour nous représenter les positions relatives de ces points, surtout dans le sens de la profondeur. Cependant, quand on regarde avec un œil ou quand on observe un tableau, une photographie, on juge déjà de la situation des objets que l'on peut répartir par plans successifs: on a *le relief monoculaire.* Il résulte, d'un jugement que nous portons et qui est basé sur tout un

ensemble de connaissances que nous avons des objets. La notion que nous avons de la grandeur réelle des objets vus ou représentés et des rapports que la grandeur des images rétiniennes présente avec la distance, en forme l'élément principal. Des arbres identiques seront sur la perspective (rétine, tableau, photographie) jugés d'autant plus loin qu'ils seront plus petits; l'image rétinienne d'un crayon qui, s'il est rapproché, sera plus grande que celle d'un chêne, ne nous fera pas juger le crayon plus gros que le chêne, mais le crayon rapproché et le chêne éloigné, etc. Les lignes brillantes des surfaces, les ombres portées, les parties des objets dissimulées par les objets antérieurs, etc., interviennent rapidement pour fixer, presque inconsciemment, par habitude, notre jugement.

Dans la contemplation monoculaire des objets, d'autres éléments interviennent encore pour parfaire le relief monoculaire, telle, par exemple, la variation de l'accomodation nécessaire pour mettre au point de vision nette les objets situés sur des plans différents par leur éloignement, telles surtout les images, les perspectives différentes que l'on obtient en déplaçant latéralement la tête, c'est-à-dire l'œil. Les déplacements parallactiques que prennent ainsi les objets, les uns par rapport aux autres, présentent une grande importance.

Comme tout jugement, le relief monoculaire peut être exagéré, diminué, ou même complètement faussé par l'apparition de conditions qu'on n'est pas habitué à interpréter, ou pour lesquelles on manque de données pour se les représenter dans un sens ou en sens contraire. Nous en verrons un exemple à propos du relief des ombres en radioscopie.

Lorsque nous regardons un objet avec les deux yeux, les images rétiniennes sont différentes et la vision binoculaire des corps produit une sensation de relief qui ne peut être absolument imitée par aucune peinture, au dire même de Léonard de Vinci. La vision stéréoscopique donne, en effet, la notion des formes et des distances par une sensation visuelle qu'on ne peut confondre, quand on en jouit, avec celle du relief monoculaire, tant elle en est distincte.

Le but de la stéréoscopie est de remédier à cette insuffisance que présentent les images perspectives ordinaires (tableaux, photographies) dans la représentation des corps.

La *radiographie stéréoscopique* consiste à obtenir, pour les présenter ensuite respectivement aux deux yeux, deux images en perspectives de l'objet dont la vision associée en donnera l'apparence réelle. Il faut, pour cela, que les images se produisent dans les yeux exactement comme elles se formeraient si l'on regardait l'objet qui a donné naissance à ces perspectives.

On doit produire et examiner les images radiographiques dans des *conditions correctes*. Les épreuves peuvent être imparfaites au point de vue photographique, car chacun sait que l'œil est très tolérant quand il regarde des épreuves photographiques dans un stéréoscope et que des clichés très médiocres donnent souvent un résultat satisfaisant. Mais si l'œil supporte bien leurs imperfections, ce qu'il ne peut tolérer c'est que les indications qu'elles fournissent ne soient pas justes. Il faut évidemment disposer ces épreuves devant les yeux, de telle sorte que tout en occupant leurs positions exactes, elles n'empiètent pas l'une sur l'autre : ce à quoi on arrive par l'emploi des stéréoscopes ou par la méthode des réseaux.

Obtention des épreuves. — Pour obtenir les deux projections dont l'examen stéréoscopique procurera la vue de l'objet en grandeur naturelle, on prend successivement deux épreuves radiographiques avec deux positions du tube correspondant à l'écartement des yeux qui est en moyenne de 65 millimètres.

Pratiquement on amène l'anticathode du tube, de manière à ce que sa verticale tombe à 33 mm. environ au-delà du centre de l'objet reposant sur la plaque horizontale et on fait une radiographie; puis, après avoir changé de plaque, on déplace le tube du côté du centre de 65 mm. suivant une parallèle à l'axe ou au bord de la plaque et on prend une deuxième radiographie. Il existe des dispositifs divers, faciles à imaginer, pour rendre commodes ces opérations.

La distance D, de l'anticathode à la plaque, doit être convenablement choisie suivant l'épaisseur de l'objet à radiographier. On reconnait, en effet, quand on regarde un objet de dimensions restreintes, ce qui est le cas en radiographie, que son relief s'accentue quand on s'en approche jusqu'à une certaine distance, à partir de laquelle la vue stéréoscopique de l'ensemble devient indistincte. Sans entrer dans la discussion de cette question, disons que cette distance, variable suivant les observateurs, croit avec la profondeur de l'objet. Pour l'apprécier, on examinera un fil métallique replié de manière à comprendre dans ses circuits un volume à peu près identique à celui de la région à photographier: On l'observera devant un écran diffusif (feuille de papier, verre dépoli) en maintenant autant que possible les yeux immobiles et parallèles. On se rendra ainsi compte de la distance à laquelle la vision binoculaire peut donner le relief le plus intense sans qu'il devienne par trop difficile de maintenir la vision stéréoscopique de l'ensemble. MM. Marie et Ribault, dans un travail très documenté, paru dans le *Traité de Radiologie de M. Bouchard*, ont donné une table indiquant

les distances auxquelles, suivant l'épaisseur de l'objet, les radiographies doivent être effectuées. On conçoit qu'il n'y a rien d'absolu dans ces chiffres; mais, en dehors de l'expérience précédemment décrite, ces nombres correspondent à de bonnes moyennes et sont un guide convenable pour les applications pratiques.

En général, on pourra toujours procéder, comme il vient d'être dit, en déplaçant le tube d'une distance de 65 mm. égale à la distance des yeux et obtenir des épreuves correspondant à la reconstitution stéréoscopique de l'objet en grandeur naturelle. Il y a cependant, tout au moins avec un matériel peu puissant, une certaine opposition entre les conditions de la pratique radiologique pour l'obtention d'un bon cliché et celles qui doivent être remplies pour obtenir des épreuves stéréoscopiques très satisfaisantes par leur relief. Ainsi, les clichés des régions épaisses doivent être pris le tube éloigné, ceux des régions peu épaisses. qui se prendraient facilement à grandes distances, doivent être pris à faible distance et de ce fait seront moins nets.

Il ne faudrait cependant pas exagérer ces inconvénients, qui n'existent plus guère actuellement, car l'éloignement du tube que l'on peut prendre de 20 cent., pour les objets petits d'une épaisseur allant jusqu'à 2 cent., n'atteint que 75 cent. pour des objets de 25 cent. d'épaisseur, ce qui correspond, à peu près, au maximum d'épaisseur d'une région à radiographier.

Examinons, néanmoins, ce qu'il advient lorsque les perspectives radiographiques étant prises avec un déplacement du tube, différent de l'écartement des yeux, on cherche sur ces images la reconstitution stéréoscopique de l'objet par leur examen visuel. Soient (fig. 1) T, T' les positions des anticathodes donnant respectivement sur les deux plaques les représentations radiographiques projectives a et a' d'un point quelconque A de l'objet. Si avec un dispositif stéréoscopique destiné à donner seulement à l'œil les images correspondantes on examine les deux radiographies *à une distance égale à celle où elles ont été prises*, on s'aperçoit qu'en déplaçant convenablement les épreuves on arrive à bien saisir le relief stéréoscopique; mais ce que l'on voit n'est pas l'objet réel, identique comme dimensions à celui qui a été radiographié, mais un objet semblable. Dans le cas particulier où le tube a été déplacé d'une grandeur TT' supérieur à l'écartement OO' des yeux, on a la sensation du relief stéréoscopique d'un objet semblable à l'objet réel, mais plus petit et placé plus près. Il est facile de démontrer que, pour obtenir ce résultat, il suffit de déplacer la plaque (ou son image dans le stéréoscope) vue par l'œil gauche O_g, vers la droite d'une valeur égale à $O_g T$, de telle sorte que la projection de l'anticathode T

sur l'épreuve devienne la projection de l'œil O_g sur cette épreuve. En d'autres termes, nous allons montrer que l'œil doit occuper, par rapport à l'épreuve qu'il regarde, la position qu'occupait l'anticathode, ce qui revient encore à dire qu'il doit y avoir identité entre les deux points de vue : celui correspondant à la prise de la radiographie et celui correspondant à son examen.

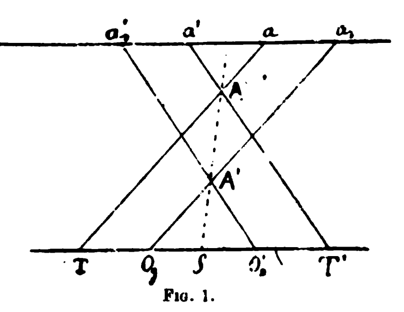


Fig. 1.

En effet, si nous reportons la projection a vers la droite en a_I de telle sorte que $aa^I = TO_g$, le rayon visuel correspond est $O_g a_I$ parallèle à aT. De même transportons la plaque radiographique prise depuis T' latéralement vers la gauche d'une quantité égale à $O'_D T'$ de telle sorte que a' vienne en a'_I, la ligne visuelle $O'_D a'_I$ étant parallèle à T'a'.

Il est facile de voir que les lignes visuelles $O_g a_I$ et $O_D a'_I$ se coupent en A' sur la ligue SA pour donner en ce point A' la reconstitution projective du point A. En effet, le parallélisme des lignes $O_g a_I$ et Ta d'une part, $O'_D a_I$ et T'a' d'autre part, donne les relations :

$$\frac{SA'}{SA} = \frac{SO_g}{ST} \text{ et } \frac{SA'}{SA} = \frac{SO'_D}{ST'}$$

en appelant successivement A' le point d'intersection des rayons visuels $O_g a_I$ et $O'_D a'_I$ avec la ligne SA.

Il y a identité entre ces points car $\frac{SO_g}{ST} = \frac{SO'_D}{ST'}$

Le point A étant un point quelconque de l'objet, on peut écrire (fig. 1 et fig. 2 : $\frac{SA}{SA'} = \frac{SB}{SB'} = \frac{SC}{SC'} = \frac{SD}{SD'} = \frac{SO_g}{ST} = \frac{SO'_D}{ST'} = \frac{O_g O'_D}{TT'} = \frac{AC}{A'C'}$ etc.

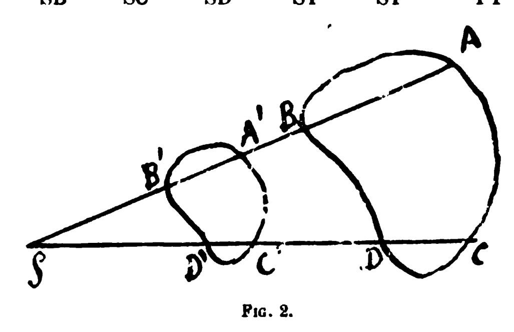


Fig. 2.

On aura donc la perception d'un corps A'B'C'D' semblable au corps ABCD radiographié. Il aura subi une réduction de toutes ses dimen-

sions faite dans le rapport $\frac{O_g O'_D}{TT'}$ de l'écartement des yeux à l'écartement TT' du tube et se trouvera rapproché dans la même proportion.

C'est donc seulement lorsque le déplacement du tube est égal au déplacement des yeux que l'on obtient un relief exact, identique à celui que donnerait la vue de l'objet qui est ainsi reconstitué stéréoscopiquement en vraie grandeur. Avec un déplacement du tube différent de celui des yeux et en rapprochant ou éloignant les épreuves projectives pour que les centres de projection des épreuves viennent coïncider avec les yeux, on a la reconstitution d'un objet semblable Si le déplacement du tube a été plus grand que celui des yeux, la reconstitution est celle d'un objet plus petit, rapproché dans la proportion de sa réduction, et qui donnera une *sensation* de relief plus accentué que celui de l'objet réel. On observera si le déplacement du tube est inférieur à l'écartement des yeux, un objet semblable, plus gros, éloigné dans la proportion de son agrandissement et donnant une sensation de relief moins intense.

MM. Marie et Ribaut ont donné une formule permettant de déterminer l'écartement maximum Δ qu'il convient de donner au tube, dont la distance à l'objet est D, lorsque l'on photographie un objet d'épaisseur P reposant sur la plaque, pour que les épreuves obtenues puissent encore se prêter favorablement à l'examen stéréoscopique :

$$\Delta \text{ max.} = \frac{D\,(D+P)}{50\,P}.$$

Lorsque l'œil n'est pas placé dans une position correcte par rapport aux perspectives, il arrive que la reconstitution stéréoscopique est impossible, soit pour des raisons physiologiques, soit pour des raisons géométriques, parce que les rayons visuels allant aux points correspondants ne sont plus dans un même plan et ne se rencontrent plus. Si les lignes projectives correspondantes se rencontrent, on peut avoir un relief stéréoscopique, mais il est faussé, l'objet est reconstitué déformé, allongé ou raccourci. L'étude géométrique de ces déformations peut être faite par voie analytique, mais on en retrouve qualitativement les résultats par des considérations géométriques en général assez simples. Je n'aborderai pas ici cette étude qui m'entraînerait trop loin, me contentant d'indiquer ces déformations dans deux cas simples qui se présentent constamment. Dans les examens précédemment indiqués et donnant le relief exact soit de l'objet en vrai grandeur, soit de l'objet semblable, si l'observateur se place à une distance des épreuves différentes de celles à laquelle elles ont été prises, les perspectives stéréoscopiques sont fausses. Les dimensions relatives sont exagérées dans le sens de la

profondeur si on observe trop loin, diminuées si on observe trop près. Ces déformations ne choquent guère quand on observe des objets non géométriques et peu connus, et cela laisse prendre une grande latitude en pratique dans l'observation stéréoscopique. Sans grands inconvénients dans des examens radiostéréoscopiques faits en quelque sorte au point de vue qualitatif, ces déformations vicieraient complètement les procédés de stéréométrie radiographique.

Examen des épreuves au stéréoscope. — Il faut regarder les négatifs par leur face gélatine avec la disposition qu'ils auraient pour leurs bords si les yeux occupaient les positions des tubes. Si l'on a fait des positifs sur verre, il faut les regarder par la face verre. Les couches les plus nettes sont les plus profondes quand les épreuves sont bien disposées, sinon il faut faire passer l'épreuve de droite à gauche et *vice versa.* Lorsque l'on tire les épreuves sur papier, on observera le symétrique de l'objet placé de l'autre côté de la couche sensible ainsi que les points de vue. Après transport sur papier, le plan de l'image a effectué une rotation de 180° et les bords extérieurs sont devenus intérieurs ; il faudra de nouveau les rendre extérieurs lors du collage sur carton.

La diminution des épreuves radiographiques ne permet, en général, leur examen dans les stéréoscopes ordinaires à lentilles et à prismes qu'après réduction Aussi emploie-t-on des modèles destinés à examiner directement de grandes épreuves et formés uniquement de miroirs plans.

Le stéréoscope de Wheastone est constitué par deux miroirs verticaux formant un angle dièdre de 90°. En avant de ces miroirs se trouve deux œilletons qui ne laissent voir à chacun des yeux que l'image correspondante. Les clichés sont placés latéralement sur des supports mobiles de façon à régler exactement leur position.

Le stéréoscope de Cazes se compose de quatre miroirs plans métalliques ou en verre argenté sur la face antérieure, deux gros et deux petits, parallèles deux à deux. Les deux grands peuvent glisser le long des deux supports gradués permettant le réglage des épreuves placées en avant sur une surface plane, de telle sorte que les images se fassent à une distance des yeux égale à celle où les radiographies ont été prises.

Radiométrie stéréoscopique. — On peut procéder sur les images stéréoscopiques reconstituant l'objet en dimensions vraies ou même en dimensions semblables de rapport connu à des mesures pour lesquelles MM. Marie et Ribaut ont donné la méthode suivante.

La distance e séparant les doubles projections d'un point est d'autant plus grande que ce point est plus éloigné du plan de projection. Si P désigne sa distance au plan de projection, Δ la distance des yeux et f la distance à laquelle a été effectuée la radiographie, on voit immédiatement que

$$P = \frac{fe}{\Delta - e}.$$

La distance e se mesure au moyen de fils parallèles tendus sur un cadre nommé stéréomètre appliqué contre les épreuves. Ces fils glissant contre les épreuves sont amenés au contact des deux projections.

Les mesures dans un plan de front quelconque de l'objet à reconstituer se font facilement à l'aide de la disposition précédente. On remarquera en effet que, pour un écartement déterminé e des fils, lorsque l'on déplace le cadre d'une façon quelconque, la ligne virtuelle à laquelle ils donnent naissance pendant l'examen stéréoscopique se déplace parallèlement au plan de projection, c'est-à-dire dans un plan parallèle ou plan de front distant du plan de projection de $P = \frac{fe}{\Delta - e}$. On pourra donc amener un des points marqué du fil (dans sa reconstitution stéréoscopique) successivement au contact des différents points intéressants de ce plan de front. Les déplacements du point seront donnés par les déplacements du cadre ou stéréomètre portant les fils avec le coefficient de réduction $\frac{f - P}{f}$ tenant à ce que le point reconstitué se déplace à la distance P du cadre dont on mesure le déplacement.

Lorsque l'on pratique la stéréoscopie des objets en grandeur naturelle, rien n'est plus simple que la stéréométrie par le procédé suivant qui présente une grande analogie avec l'emploi de la chambre claire en microscopie. J'emploi un stéréoscope genre Wheastone dont les miroirs sont constitués par des lames de verre planes inclinées à 90°, non étamées, à la fois réfléchissantes et transparentes. J'ai employé aussi des lames demi argentées. Les épreuves placées latéralement sont automatiquement déplacées de manière à être toujours à la même distance des yeux. Comme dans le phacomètre de Snellen les supports des épreuves sont reliés à cet effet à deux rubans d'acier coulissant dans une glissière et dont les extrémités sont fixées après réflexion à un même bouton d'acier dont l'élévation ou l'abaissement produit l'écartement ou le rapprochement simultané des épreuves. Derrière le dièdre formé par les lames de verre inclinées on dispose un fond tel qu'une toile ou un papier. L'emploi de la lumière naturelle est plus difficile à bien régler que celui des éclairages artificiels. Il convient de donner aux épreuves un éclairement égal avec deux sources égales équidistantes et dans le relief corporel de l'objet

qui apparaît situé derrière les lames de verre, on porte à la main une graduation (p. ex. un double décimètre en verre dépoli et à traits noirs), un pied à coulisse, avec lequel on mesure directement ce qui intéresse dans l'image corporelle de l'objet. Le seul point délicat est d'éclairer l'instrument de mesure, de façon à ce qu'il apparaisse nettement dans l'image stéréoscopique de l'objet : tout comme dans l'usage de la chambre claire, il ne faut pas qu'une image prédomine beaucoup sur l'autre. Il convient également que l'image stéréoscopique ne soit pas noyée dans de la lumière étrangère, en particulier par celle qui sert à éclairer la graduation. Une fois ces réglages bien effectués, la détermination se fait facilement.

J'estime que le meilleur moyen pour le réglage de la distance des épreuves, consiste à prendre, en même temps que les radiographies, l'image de quelques tiges métalliques de dimensions connues plus ou moins inclinées sur le plan de projection. Les épreuves sont déplacées, jusqu'à ce que la détermination des longueurs de ces tiges dans l'examen stéréoscopique soit parfaitement exacte. On sera parfaitement sûr ainsi de la reconstitution stéréoscopique en vraie grandeur de l'objet.

Radiographie et radiométrie stéréoscopique sans stérécoscope par la méthode des réseaux

M. Violle a présenté à l'Académie des Sciences, le 24 octobre 1904, puis à la Société française de physique, le 18 novembre, des photographies stéréoscopiques obtenues avec un appareil muni de deux objectifs placés à la distance des yeux et devant la plaque duquel on plaçait à distance convenable un fin réseau dont les vides étaient égaux, ou un peu inférieurs aux pleins. De semblables épreuves peuvent être examinées directement, sans stéréoscope et donner une sensation intense de relief quand elles sont observées à distance convenable à travers un gril semblable à celui qui a servi à obtenir la photographie.

Ces épreuves obtenues par M. Yves, de Chicago, ont été rapportées de l'Exposition de Saint-Louis, par M. Gaumont. Le principe de la méthode n'est pas nouveau : déjà M. Berthier (Cosmos, mai 1896) l'avait employé pour obtenir dans deux images superposées la séparation des impressions qui doivent être communiquées à chaque œil.

J'ai pensé qu'il y aurait intérêt à utiliser de semblables procédés en radiographie et en radioscopie, et j'ai présenté les résultats obtenus à la réunion biologique de Nancy.

Le principe de la méthode est très simple. Supposons que devant un écran, se trouve un réseau ou un gril formé d'une série de barres opaques

et parallèles, séparées les unes des autres par des intervalles égaux au diamètre des barres. Devant le gril, plaçons un objet. Si deux petites sources lumineuses punctiformes, dont la distance est égale à celle des yeux, sont placées en lieu et place des yeux d'un observateur regardant l'objet, chacune de ces sources donnera sur l'écran une ombre, projection de l'objet. Supposons ces ombres fixées sur l'écran, chacune de ces ombres sera, dans l'examen ultérieurement pratiqué, la projection sur l'écran de l'image rétinienne qui correspondrait à la vision de l'objet dans sa contemplation directe au cas où les deux sources lumineuses seraient remplacées par les yeux de l'observateur. Si donc l'observateur reçoit simultanément, sans confusion, chacune de ces impressions monoculaires, il aura la sensation du relief stéréoscopique de l'objet comme s'il regardait directement l'objet ayant servi à obtenir ces épreuves. La condition à remplir pour l'examen stéréoscopique de ces images consiste donc à ne pas les mélanger, de façon à ce que chaque œil reçoive seulement l'impression qui lui correspond. Il suffit pour cela que le réseau employé à les produire soit placé par rapport à l'écran de telle sorte que les rayons lumineux issus d'un des points et donnant l'ombre de l'objet, frappent l'écran dans des régions qui correspondent à l'ombre des fils du réseau donnée par l'autre source.

Ces images sont incomplètes, elles sont respectivement formées d'une série de traits régulièrement espacés et ayant un intervalle égal ou un peu supérieur au diamètre des barres du réseau. Ces deux images sont aussi formées de hachures enchevêtrées sur l'épreuve, mais pour les séparer, il suffit, le réseau restant toujours à la même place, que les yeux occupent la position des sources qui ont servi à produire les images. Les conditions sont faciles à préciser et l'égalité $D : x = d : e$ doit être satisfaite si D est la distance d'observation, d l'écartement des yeux, e l'intervalle du réseau et x la distance de la plaque au réseau.

En radioscopie, le principe est identique. On emploie simultanément deux sources égales d'émission de rayons X. Un réseau métallique est placé à distance convenable de la surface fluorescente pour empêcher le recouvrement des images données par les deux sources, chaque image se produisant respectivement dans l'ombre striée du réseau donnée par l'autre source. Un réseau sur verre placé de l'autre côté de l'écran fluorescent, entre celui-ci et l'observateur, trie, comme pour l'examen radiographique, dans les images enchevêtrées, ce qui est respectivement destiné à chaque œil.

Une théorie simple montre qu'il existe, toutes choses égales d'ailleurs, diverses positions possibles pour chacun de ces réseaux, mais je n'examinerai pas cette question ici.

La difficulté consiste à réaliser un réseau métallique plan, régulier, de grande surface à cause des dimensions des plaques radiographiques qui doivent être de grandeur supérieure à celle des objets à reproduire. Dans une première série d'essais, j'ai construit le réseau en enroulant sur une mince planchette de bois, et côte à côte, un fil de cuivre isolé (conducteur électrique). Le diamètre total du fil était un peu inférieur au double du diamètre du fil métallique. Le cadre étant ainsi bien recouvert, les fils sont fixés sur les bords et l'on coupe ceux qui recouvrent l'une des faces. On constitue ainsi un réseau pour rayons X dans lequel les vides sont représentés par l'isolant transparent aux rayons et les traits par les fils qui sont opaques. Le réseau qui sert à observer la radiographie est le positif de la radiographie du réseau faite à grande distance. J'ai également utilisé les réseaux formés de fils métalliques et je n'ai pas à insister ci sur les détails de leur construction bien délicate pour de grandes surfaces. Ils offrent l'avantage de servir à examiner directement le négatif après son développement en replaçant la plaque dans l'appareil, à condition qu'il ne se déforme pas. Je les ai constitués avec du fil de 0 millim. 30 de diamètre, l'interstice étant de 0 millim. 25. La distance de la plaque au réseau est d'environ 1 millim. 80 pour une distance d'observation de 40 centimètres.

Il faut que la radiographie stéréoscopique soit prise à une distance en rapport avec les dimensions de l'objet, afin que la fusion stéréoscopique se fasse dans son ensemble. Ainsi un poignet sera photographié à une distance de 15 à 20 centimètres, un thorax à une distance minima de 50 à 80 centimètres.

Le réglage de la position de la plaque par rapport au réseau pour une position déterminée des yeux se fait si on utilise le réseau métallique en remplaçant la plaque photographique par un verre dépoli, et en plaçant deux petites sources punctiformes à la place des yeux. On en masque une et, sur l'ombre projetée sur l'écran d'un des fils du réseau, on place comme repère la pointe d'une très fine aiguille. Masquant la première source et démasquant l'autre, la pointe doit apparaitre dans l'intervalle lumineux du réseau

Les réglages préalables, quand on se sert du réseau de fil métallique isolé sont effectués d'une façon analogue par la radioscopie ou par tâtonnements systématiques avec des procédés radiographiques.

Une théorie simple montre que, pour un même réseau et une même position des centres de projections, il existe une série de bonnes positions pour la plaque et réciproquement.

Les épreuves radiographiques obtenues par ce procédé et que j'ai présentées, consistent en photographies de clous, vis, parties métal-

liques dans des dispositions compliquées; photographie des vertèbres, photographie d'une main et du poignet d'un adulte vivant.

On peut les examiner à travers le réseau métallique qui a servi à les produire en replaçant la plaque dans la position qu'elle avait dans le châssis portant le réseau. On peut les examiner bien plus simplement en se servant du réseau photographié sur verre que l'on place à la distance convenable de l'épreuve en l'en séparant au moyen de bandelettes de papier superposées sur les bords de la plaque ou en interposant entre le cliché et le réseau une plaque de verre dont l'épaisseur doit être alors 1, 5 fois l'intervalle de la séparation dans l'air. Une fois le réseau réglé, le tout est fixé sur les bords par un peu de Golaz Les épreuves se présentent comme un diapositif ordinaire à peine un peu plus lourd et plus épais.

Le réseau se règle très facilement parallèlement à la direction qu'il doit avoir, car la photographie examinée présente une série de stries parallèles au réseau. Les réseaux seront en parallélisme quand en regardant la plaque elle n'apparaîtra pas striée de bandes occupant une largeur plus ou moins grande et s'étendant perpendiculairement à la direction des fils du réseau. Ces bandes sont d'autant plus nombreuses et plus étroites que l'inclinaison est plus forte. Ces bandes obscures correspondent aux points d'intersection des lignes du réseau avec les projections de ce réseau dessinées sur la plaque. Lorsque l'on approche du parallélisme ces bandes, qui ressemblent assez à des bandes de moire, diminuent comme nombre, s'éloignent de plus en plus et s'effacent tout en s'élargissant pour finir par disparaître. Elles reparaîtront pour reprendre une marche dans l'ordre inverse si le parallélisme est dépassé. Le réglage de la distance peut se faire par tâtonnement en plaçant les yeux à la distance à laquelle la radiographie a été prise et en interposant, entre le réseau et la plaque, des lamelles de verre ou de papier jusqu'à ce que les images apparaissent, non mélangées. pour l'un ou l'autre œil. On s'en assure en fermant alternativement l'un et l'autre. Le réglage de la position latérale du réseau, par rapports à la photographie, s'effectue naturellement en même temps,

Une fois ces réglages effectués, on fixe, comme il l'a été dit, les positions de la plaque et du réseau. Ces épreuves présentent un relief des plus nets, tant celles des corps métalliques que celles de la main et du poignet.

En déplaçant les yeux devant la plaque d'une distance égale à leur écartement, le relief est retourné. On observe ces mêmes retournements en inclinant ou déplaçant latéralement la plaque.

Dans le relief véritable, l'objet apparaît dans la position qu'il occupait

réellement, c'est-à-dire on le voit entre ses yeux et le réseau. Lorsqu'il est vu en pseudo-relief on le voit derrière le réseau.

Je puis faire sur ces épreuves d'objets métalliques rapidement avec un simple compas des mensurations de distances, avec une erreur de moins d'un millimètre sur une longueur de 50 à 60 millimètres par exemple. Il y a là un très grand intérêt pour la métro-radiographie qui se trouve ainsi réduite à sa plus simple expression. Les mesures ne sont évidemment exactes que si les yeux occupent exactement la place qu'avaient les sources de rayons X pour la prise de l'épreuve. Uue position incorrecte entraîne une erreur systématique exagérant les dimensions si on observe trop loin, les diminuant si on observe trop près, surtout pour les directions très inclinées sur les plans frontaux.

STÉRÉOSCOPIE ET STÉRÉOMÉTRIE RADIOSCOPIQUES

La disposition à employer est analogue à celle qui a été réalisée par d'Almeida pour la stéréoscopie des images photographiques projetées. Les doubles images radioscopiques sont produites sur l'écran dans des conditions telles que chaque œil ne voit que l'image qui lui correspond, alors que l'autre œil est masqué. Le même phénomène est reproduit périodiquement pour les deux yeux avec une fréquence suffisante pour donner la sensation de continuité de l'image. Le relief apparaît quand se fait la fusion stéréoscopique des deux images monoculaires.

Appareils. — M. Villard a donné une très intéressante solution de la question par l'emploi de son ampoule stéréo-radioscopique. Elle est construite comme à l'ordinaire, sauf que l'anticathode est constituée par deux lames disposées en échelons. Un petit électro-aimant à courant alternatif, placé au voisinage de l'ampoule, dévie alternativement le faisceau de rayons cathodiques à droite et à gauche du plan de symétrie et détermine ainsi sur l'anticathode deux foyers alternants et séparés de rayons X. La vision se fait au moyen d'un stroboscope synchrone.

MM. Destot, Roulier et Lacroix ont employé une double bobine et un double tube ainsi qu'un trieur d'image constitué par un disque stroboscopique solidaire des interrupteurs à tiges plongeantes des bobines. J'ai moi-même tout d'abord employé deux tubes Röntgen respectivement alimentés par deux bobines dont les trembleurs rotatifs isolés sont montés sur le même axe Ces trembleurs rotatifs sont à trois tiges et décalés, l'un par rapport à l'autre, de 180°, de telle sorte que la plongée des tiges dans le mercure se fait alternativement pour l'un et pour l'autre. Sur le même axe se trouve monté l'appareil chargé de trier, parmi les doubles images formées sur l'écran fluorescent, l'image radios-

copique correspondant à chaque œil. Il est formé d'un cylindre creux déprimé en son milieu pour placer le nez et dont les parois présentent, de chaque côté, trois fentes tracées suivant six génératrices équidistantes. les vides égalant les pleins. Les fentes, devant l'œil droit, sont décalées de 180°, par rapport à celles placées devant l'œil gauche. On a sous chaque main la molette qui sert à faire varier le niveau du mercure dans l'interrupteur. On vérifie que chaque œil ne voit qu'une image et on règle la plongée dans chaque interrupteur pour que les images soient d'égale intensité.

J'ai utilisé une seconde disposition comportant l'emploi d'une seule bobine et de deux ampoules Röntgen. Les pôles de l'induit de la bobine actionnée comme d'ordinaire sont reliés : l'un aux mêmes pôles des tubes, l'autre à un bras métallique fixé à l'extrémité d'un long axe isolé, tournant, à peu de distance en regard de deux segments annulaires métalliques, isolés également et reliés respectivement aux autres pôles des deux ampoules. Ces segments sont situés dans le même plan ; ils sont séparés l'un de l'autre par un intervalle libre, de telle sorte que, pendant la rotation, le courant de la bobine passe successivement par l'un et l'autre secteur, c'est-à-dire par l'une et l'autre ampoule. Sur l'extrémité libre de l'axe du même moteur se trouve monté, avec un décalage convenable par rapport au bras métallique, un petit commutateur de courant actionnant, sous 2 à 4 volts, le trieur d'images placé devant les yeux de l'observateur. Ce trieur est formé de deux électro-aimants commandant deux petits diaphragmes qui s'ouvrent alternativement et il est monté sur une planchette tenue à la main ou fixé sur la monture d'une paire de lunettes. Le courant induit est ainsi lancé alternativement dans un tube et dans l'autre, pendant que se découvrent respectivement l'un et l'autre diaphragme du trieur d'images. L'écartement à donner aux segments dépend de la résistance des tubes qui, pour tous deux, doit être égale et assez faible (tubes mous). Afin que la dérivation qui se produit dans les deux tubes, quand le bras métallique arrive entre les deux secteurs, ne mélange pas les images, on donne un certain décalage au commutateur rotatif commandant les petits électro-aimants.

Une disposition simple consiste dans l'emploi d'un seul tube et d'une seule bobine et j'ai présenté ces expériences, de même que les précédentes, à l'Exposition de la *Société française de physique*, en 1902.

J'ai donc cherché à réaliser un tube dont les électrodes puissent alternativement fonctionner comme cathode et anticathode. J'emploie une ampoule symétrique cylindrique, portant deux électrodes formées par deux disques plans de chrome, placés en regard l'un de l'autre, à la distance de 65 millimètres environ (distance des yeux). On peut donner

une légère obliquité aux électrodes dans le but d'augmenter le champ commun de leurs rayons. Ce tube ne noircit pas à l'usage comme si ses électrodes étaient des électrodes en platine. Les rayons Röntgen, donnés par le chrome, sont moins pénétrants que ceux que donnerait le platine, mais ce tube fonctionne, cependant, d'une façon satisfaisante, quand il est puissamment alimenté. On peut le faire sans inconvénient, car le chrome est moins fusible que le platine. Ce tube, monté directement sur transformateur à haut potentiel de courant alternatif, donne des images doubles pour tout objet situé dans l'espace compris entre les plans des électrodes. La radioscopie ordinaire se fera ainsi, en masquant, par un écran métallique, les rayons émis par l'une des électrodes.

Pour effectuer avec cette ampoule la radiographie stéréoscopique sur courant continu, il suffit de monter sur l'inducteur de la bobine un commutateur inverseur rotatif tournant sur le même axe que le commutateur qui actionne les électro-aimants des trieurs d'images. J'ai employé dans ce cas, avec le meilleur succès, des commutateurs à tiges oscillantes, plongeant à l'extrémité de leur course dans des godets de mercure, et commandées par une came excentrée montée sur l'axe d'un petit moteur. D'autres tiges oscillantes isolées sur l'axe du même instrument et plongeant à l'extrémité de leur course dans d'autres petits godets de mercure, servent de prise de courant sous 4 volts pour les électro-aimants du trieur d'images. Les commutations de courant dans les électro se font en synchronisme avec l'illumination des tubes. Le commutateur inverseur peut, à la rigueur, servir d'interrupteur pour la bobine, mais il est préférable de lui donner une vitesse modérée et de monter en série avec lui un interrupteur rapide, rotatif ou électrolytique.

Enfin, j'ai pu, par l'expérience suivante, montrer qu'il est possible en radioscopie stéréoscopique de se servir d'un seul tube et d'une seule bobine en donnant au tube 3 à 5 déplacements au maximum par seconde, ce qui est pratiquement réalisable.

La sensation de relief se crée, en effet, facilement par la vision *successive* des deux yeux, *avec alternance très lente*, sans qu'à aucun moment la vision soit binoculaire. Pour le démontrer on fait tourner devant un stéréoscope ordinaire un disque présentant deux secteurs vides passant alternativement devant les verres du stéréoscope, de telle sorte que la vision ne puisse jamais se faire au même moment que par un seul œil. Les secteurs vides ont leurs prolongements à peu près sur le même rayon, de telle sorte que l'éclipse totale qui se produit pour les deux yeux, entre le moment où l'un cesse de voir et celui où l'autre est démasqué, ne soit pas de longue durée. Au lieu d'examiner des épreuves stéréos-

copiques on peut examiner ainsi directement des objets réels dans lesquels il y a à juger des rapports en profondeur.

La sensation parfaite de relief est obtenue dans ces conditions avec une vitesse de rotation du disque qui, suivant les observateurs et les conditions de l'observation, ne dépasse pas 5 tours à la seconde, est en moyenne de 3 et peut être abaissée à un tour par seconde. Cette sensation de relief est aussi parfaite avec ces images successives que si les deux yeux voyaient simultanément d'une manière continue.

Un observateur dont les yeux restent immobiles et qui localise les objets dans l'espace, en visant avec les deux yeux, abaisse facilement la vitesse de rotation à 1 tour par seconde.

Dans le cas plus fréquent où l'observateur vise avec un œil, il voit avec les faibles vitesses de rotation, des déplacements parallactiques des diverses régions de l'objet suivant leur profondeur. C'est alors qu'il faut une vitesse de 3 à 5 tours au maximum, pour faire disparaître tout mouvement dans l'objet et le voir comme dans la contemplation directe.

Il y a, dans ces conditions, une *persistance cérébrale suffisante de l'impression* des images successives des deux yeux pour donner le relief stéréoscopique. On ne peut pas dire, en particulier, pour les observateurs visant avec les deux yeux et pouvant abaisser la vitesse de rotation à 1 tour par seconde, qu'il y a une persistance suffisante des impressions lumineuses pour produire le même effet sur chaque œil qu'une vision continue de l'objet.

Lorsque les deux yeux sont ouverts et voient alternativement, jamais en même temps, mais avec une période d'éclipse totale très réduite, toute sensation de papillotement disparait et la sensation de relief est aussi parfaite que dans la contemplation directe des objets, même avec des alternanees pouvant s'abaisser à 1 par seconde, même avec un éclairement relativement faible. Ces expériences montrent combien la sensation parfaite du relief stéréoscopique peut dépendre de jugements surajoutés continûment, quoique étant formés à l'aide d'impressions successives, dont physiologiquement une est déjà effacée ou à peu près, quand l'autre agit.

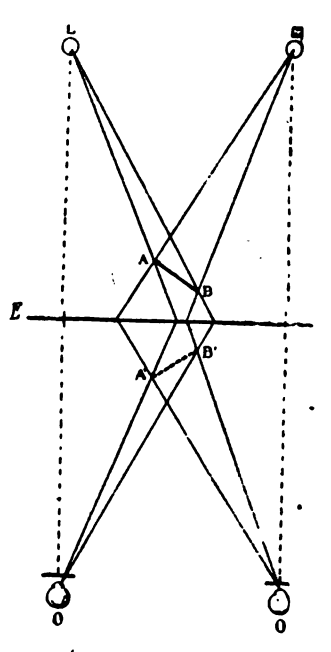
Dans le dispositif auquel je me suis arrêté, l'ampoule productrice de rayons X est montée sur un support mobile autour d'un axe qui en occupe l'extrémité. Entre cet axe et la partie terminale portant une boîte isolante dans laquelle est assujettie l'ampoule à rayons X, se trouve un galet qui se déplace dans une gorge fraisée sur la surface d'une poulie. La gorge est formée de deux sillons parallèles, occupant chacun respectivement environ une demi-circonférence de la poulie. Leurs plans parallèles sont distants de 1 centimètre, et ils sont raccordés par un

chemin sans courbure brusque. La longueur de ces raccords n'occupe qu'environ le dixième de la circonférence de la poulie. Lors de la rotation de la poulie, le tube est déplacé alternativement à gauche et à droite, et la grandeur du déplacement dépend de la longueur donnée au support. Le dixième du temps de rotation est employé à ce déplacement et le tube occupe pendant 0,45 de la rotation la position gauche L, et pendant le même temps la position droite L'.

Les tubes que j'ai employés résistent bien à ces brusques déplacements, et la disposition mécanique adoptée amortit les oscillations quand le tube arrive aux positions L et L'. L'observateur place devant ses yeux un appareil à éclipse, formé simplement de petits volets qui s'ouvrent respectivement par le jeu d'électro-aimants quand le tube occupe la position L et la position L'. Les deux yeux sont masqués quand le tube se déplace de L en L' ou inversement, et il n'y en a qu'un de démasqué quand le tube est en L, l'autre se démasquant quand le tube est en L'.

PROCÉDÉS D'OBSERVATION RADIOSTÉRÉOSCOPIQUE

Si les électro-aimants sont reliés de telle sorte que les lignes qui joignent respectivement chaque électrode, lorsqu'elle est centre d'émission de rayons, au diaphragme qui est ouvert à ce moment, soient parallèles, l'expérience sera dite *montée en parallèle* (fig. 3); si ces lignes se coupent, l'expérience sera dite *croisée* (fig. 4).



I. *Expérience en parallèle.* — Les ombres, quand elles se fusionnent, donnent des images rétiniennes qui sont extériorisées de telle sorte que leurs points correspondants occupent exactement les symétriques des contours de l'objet par rapport à l'écran. On a ainsi, aussi nettement que dans le meilleur des stéréoscopes, la sensation visuelle corporelle d'un objet symétrique de celui qui est examiné et situé entre l'observateur et l'écran.

Si, dans la région où s'extériorise l'image corporelle de l'objet, on promène un rectangle formé d'un fil métallique replié sur lequel sont tendus des fils équidistants, la vision stéréoscopique existera pour le

plan des fils du réseau, tout comme pour l'image. On pourra ainsi évaluer, en donnant à l'écran la position voulue, les diverses dimensions du corps dans toutes les directions.

La précision des mesures est parfaite et, dans l'examen radioscopique ainsi pratiqué sur des objets à contours très nets, les évaluations métriques atteignent le millimètre comme précision.

L'examen radioscopique permettra de pratiquer derrière l'écran toute une série d'opérations qu'avec une habitude promptement acquise on effectuera avec une remarquable dextérité : enfiler des anneaux métalliques diversement orientés et situés, couper une corde métallique en un point marqué, coupler exactement les fragments d'une tige ou d'un os brisé, etc. Il faut seulement, dans les premiers essais, avoir la notion que les mouvements réels sont vus inversés dans l'image qu'en donnent les ombres

II. *Expérience montée croisée.* — Lorsque l'expérience est montée croisée, on acquiert, par la fusion des images rétiniennes des ombres, la notion d'un corps en relief apparaissant comme situé nettement derrière l'écran, et occupant plus ou moins approximativement la position réelle de l'objet examiné. Ainsi, une omoplate droite, des corps formés de fils métalliques apparaîtront sous l'aspect où on les voit après avoir soulevé l'écran.

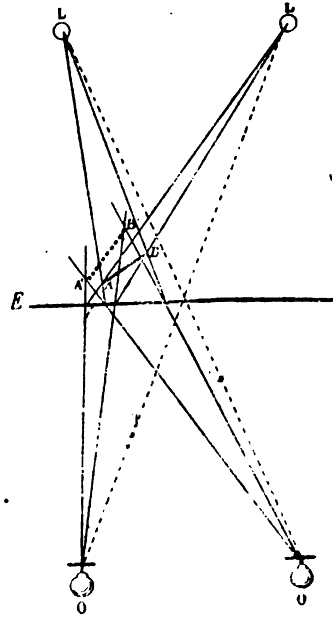


FIG. 4

Une construction graphique (fig. 4) montre que les lignes joignant les centres des yeux aux points des ombres correspondant au même point de l'objet figurent, par leurs rencontres respectives dans l'espace, un solide de configuration analogue à celui observé, mais plus ou moins déplacé et déformé suivant les conditions de l'expérience.

Pratiquemnt, cette méthode s'applique encore bien, avec certaines restrictions, à la radioscopie stéréoscopique, mais elle ne peut permettre d'effectuer de la radiométrie.

III. — Je dois attirer l'attention sur un point très important, qu'il faudra toujours avoir présent à l'esprit sous peine de commettre les pires erreurs radiographiques.

Dans des conditions d'observation

qui, de prime abord, paraissent identiques, les images décrites dans les expériences précédentes peuvent s'intervertir, c'est-à-dire que l'expérience en parallèle peut donner les résultats de l'expérience croisée et *vice-versa*

Cette erreur surgit facilement si l'une des sources donne moins de lumière que l'autre, et au cours d'une même observation on peut, soit spontanément, soit à la suite de mouvements des yeux, voir le relief réellement indiqué par les conditions de l'expérience (Exp. I ou Exp. II) ou le relief du symétrique.

Si les sources donnant les ombres ont une intensité à peu près égale, il devient, chez la plupart des sujets, beaucoup plus difficile d'intervertir le relief; mais une fois qu'on y est parvenu, on y arrive plus facilement.

A vrai dire, il ne s'agit pas ici d'une illusion stéréoscopique, et, quand le relief n'est pas ce qu'il devrait être d'après l'expérience I ou l'expérience II, c'est que la vision s'opère monoculairement. La vision monoculaire donne alors une certaine sensation de relief, par suite d'une interprétation cérébrale qui peut inverser le relief réel, quand ce changement ne choque pas notre jugement.

Helmholtz a donné de nombreux exemples de figures géométriques qui peuvent s'inverser de cette façon (carrelage noir et blanc, mur en escalier, etc.).

L'examen des ombres nous fournit encore des illusions de mouvement qui peuvent encore se rattacher à cette dernière.

Une source unique donne sur un écran diffusif l'ombre d'un petit cheval de plomb finement coulé, ayant deux chiens entre les jambes et suspendu par un fil. Pour une même position de l'animal, on arrive à juger la croupe tantôt en avant, tantôt en arrière. Si l'on fait tourner le cheval, on lui assigne tantôt son sens de rotation, tantôt le sens inverse, puis spontanément, ou après avoir passé la main devant les yeux, on voit le cheval se retourner brusquement et continuer à tourner en sens inverse, quoiqu'il soit toujours animé du même mouvement. Ces aspects peuvent se succéder rapidement.

Dans l'exemple précédent, l'ombre de l'extrémité de l'oreille, par exemple, décrit une ellipse : suivant que l'on juge l'arc inférieur de l'ellipse antérieur ou postérieur, on assigne un sens différent au mouvement.

Ces illusions disparaissent dès qu'il y a réellement vision stéréoscopique. Quand on regarde dans un stéréoscope, la sensation de relief n'apparaît pas toujours immédiatement; mais quand elle se produit, elle donne une intensité de sensation qui la fait distinguer nettement de la vision monoculaire.

Il en est de même dans l'observation radioscopique. Si on la pratique sur le symétrique de l'objet examiné (expérience I, en parallèle), *le signe caractéristique de la perception stéréoscopique sera la possibilité d'amener sans hésitation, au contact d'une région du relief corporel de l'image de l'objet, et ave. une grande précision dans sa position dans l'espace, le système de réseau précédemment décrit.*

CONCLUSIONS

Je n'ai pu indiquer dans ce rapport la part contributive de chacun dans les applications médicales de la radioscopie et de la radiographie stéréoscopiques et j'en présente mes excuses au Congrès. Restreint d'une part par la limite de la rédaction, j'ai été forcé d'autre part de le rédiger hâtivement loin des ressources bibliographiques nécessaires.

Je dirai que très nombreux sont ceux qui se sont occupés de ces intéressantes questions. La priorité de la présentation en France d'épreuves radiostéréoscopiques, semble revenir à MM. Imbert et Bertin-Sans (C. R. 30 Mars 1896), à M. Destot (29 Novembre 1896), à MM. Rémy et Contremoulins (2 Novembre 1896). Elle semble du reste peu importante dans cette question. L'application de la stéréoscopie à la radiographie était si naturelle, qu'elle a dû se faire à la fois un peu de tous côtés. J'ai, pour ma part, présenté en Octobre 1896, au Congrès de photographie de Bar-le-Duc, des radiographies stéréoscopiques de cerveaux de fœtus injectés ainsi que d'autres épreuves radiographiques effectuées avec M. Jacques, dans le but de recherches anatomiques : fœtus injecté en entier, têtes d'adultes injectées pour montrer la circulation cérébrale, les cavités ventriculaires, les espaces sous-arachnoïdiens, etc...

Je citerai les noms de Marie et Ribaut, Lambertz, Druner, Hildebrand, Mathias, Bœcker, Béclère, Destot, Villiams, Grunmache, Scholz, Wicting, Köhler, Walter, Bartholdy, Albert Schönberg, encore bien certain d'oublier bon nombre d'auteurs et des meilleurs.

Je résumerai mon impression, relativement au côté pratique de la question, en disant que la radiographie stéréoscopique, par la méthode des réseaux, me semblera la plus commode. Je crois qu'elle se généralisera très vite quand on sera en mesure d'obtenir des réseaux métalliques bien réguliers, de grande surface et non déformables. Il y a, pour leur réalisation, des difficultés dont on ne se rend bien compte que quand on l'a essayée ; je m'y suis employé depuis quelques années et c'est seulement maintenant que j'entrevois la résolution de la question.

En ce qui concerne la radioscopie stéréoscopique, la méthode la

plus pratique consistera dans l'emploi d'un seul tube puissamment alimenté que l'on déplacera, pour obtenir avec les deux projections le relief du symétrique, en employant un appareil à éclipses lentes. M. Gaiffe, que j'ai rendu témoin de ces expériences, a entrepris la construction de l'instrument, mais elle est restée en suspens depuis quelque temps, car il a éprouvé des difficultés à faire osciller le tube, pour en obtenir un déplacement égal à celui des yeux. Cette difficulté peut être tournée, surtout si on ne demande plus le relief de l'objet réel mais celui d'un objet semblable. Les yeux seront ramenés à une position correcte, dans l'examen des ombres radiographiques, par l'emploi de miroirs ou de prismes annexés à l'appareil à éclipses. Je ne doute pas de la solution, dans la pratique courante, de ces résultats que j'obtiens facilement

---

La mesure des courants faradiques.

Par M. J. K. A. WERTHEIM SALOMONSON
Professeur à l'Université d'Amsterdam

Il existe une notable différence entre la mesure des courants continus et celle des courants faradiques. Le courant continu peut être mesuré d'une manière extrêmement simple, en employant des instruments peu encombrants, d'un maniement facile et de construction courante. Le résultat d'une mesure nous donne immédiatement ce que nous désirons savoir. Ce n'est que le régime permanent du courant continu qui nous intéresse ; au contraire, le régime variable, d'une durée extrêmement courte, ne nous présente qu'un intérêt médiocre. De plus, nous pouvons facilement nous mettre dans des conditions telles que le régime variable montre une ligne d'ascension droite.

Avec le courant faradique il n'en est pas de même. D'abord, nous avons une série de courants dont la direction, la durée et l'intensité varient régulièrement. Un régime permanent n'existe pas. N'existe pas non plus une expression mathématique simple qui représente exactement le courant faradique. Une mesure de ces courants présente des difficultés réelles, même en ne considérant que la partie physique du problème. Ces difficultés ne sont point du tout insurmontables et on a indiqué déjà un grand nombre de méthodes pour la mesure des courants faradiques. Cette pluralité de méthodes offre cependant un danger et nous permet de conclure à une grande variété d'opinions. On ne sait pas exactement ce q'on doit mesurer. La question de la mesure des courants faradiques n'est pas encore posée avec toute la clarté et la lucidité d'une question physique ou physiologique.

Que doit-on mesurer? La quantité d'électricité, l'énergie ou le travail calorifique, l'intensité moyenne, l'intensité efficace, l'intensité maxima? Nous devons nous rappeler que la chose qui nous intéresse avant tout, c'est la valeur excitatrice sur les nerfs et les muscles. Si nous avions une unité excitatrice ce serait précisément la valeur en unités d'excitation que nous voudrions connaître.

Il y a donc une série de questions qui attendent une réponse. Ce travail nous en découvrira encore d'autres et nous tâcherons de les

préciser suffisamment pour pouvoir les résoudre d'une manière satisfaisante. C'est pour cela que nous traiterons la question de la mesure des courants faradiques, d'abord au point de vue physique, ensuite au point de vue physiologique.

PARTIE PHYSIQUE

Lorsqu'un courant est fermé dans le circuit primaire d'un appareil d'induction, l'établissement de ce courant peut être représenté par la formule connue de Helmholtz :

$$I_{\iota} = \frac{E_{\iota}}{R_{\iota}}\left(1 - \varepsilon^{-\frac{R_{\iota}}{L_{\iota}}t}\right) \qquad (1)$$

où E_{ι} est la force électromotrice de la source d'électricité, R_{ι} la résistance primaire, ε le nombre de Napier, L_{ι} le coefficient d'autoinduction primaire, et t le temps évolu depuis le moment de fermeture. Quand le régime permanent existe, c'est-à-dire quand t est très grand

$$I_{\iota} = \frac{E_{\iota}}{R_{\iota}} \qquad (2)$$

L'énergie électrique accumulée dans le champ magnétique créé par la bobine primaire traversée par le courant I_{ι} se formule comme suit :

$$P_{\iota} = \frac{1}{2} I_{\iota}^2 L \qquad (3)$$

Au moment de la rupture du courant primaire, le champ magnétique disparaît. La disparition du courant primaire ne peut être représentée par une formule : car l'étincelle d'ouverture introduit dans le circuit une résistance croissante de grandeur inconnue, qui rend illusoire la valeur d'une formule.

Quand le circuit secondaire se trouve près de la bobine primaire, un changement dans l'intensité du champ magnétique de la bobine primaire créera un courant dans le circuit secondaire : si le nombre des lignes de force traversant le circuit secondaire augmente, un courant secondaire à direction opposée à celle du courant primaire sera induit. L'enlèvement des lignes de force aura pour effet la création d'un courant secondaire dans la même direction que celle du courant primaire.

Nous avons donc, pendant toute la durée du régime variable du courant primaire, un courant secondaire, le courant secondaire de fermeture ; et pendant le temps nécessaire pour la rupture complète du courant primaire, un courant secondaire d'ouverture, de direction opposée. La durée du régime variable du courant primaire dépend de la résistance et de la selfinduction primaire. Dans les appareils d'induction médicale, L est généralement assez grand, pour cette raison surtout que la bobine

contient un noyau de fer. Et comme R est assez petit, on peut dire que le régime variable dure aussi longtemps que le temps de fermeture. La durée des courants de fermeture est donc suffisamment grande, du moins dans les appareils faradiques employés de la manière ordinaire. Les courants d'ouverture ne durent que quelques cent-millièmes de seconde.

Les deux courants secondaires sont de direction opposée et mettent en mouvement des quantités égales d'électricité Elle est de

$$Q_{\prime\prime} = \frac{E_{\prime}}{R_{\prime}} \frac{M}{R_{\prime\prime}} = I_{\prime} \frac{M}{R_{\prime\prime}} \qquad (4)$$

ou $R_{\prime\prime}$ est la résistance secondaire et M. le coefficient d'induction mutuelle.

L'énergie dissipée par chaque courant d'ouverture est de

$$P_{\prime\prime} = \frac{1}{2} I_{\prime}^{2} \frac{M^{2}}{L_{\prime\prime}} \qquad (5)$$

ou $L_{\prime\prime}$ est le coefficient d'autoinduction secondaire.

Le courant d'ouverture peut être représenté approximativement

$$I_{\prime\prime} = I_{\prime} \frac{M}{L_{\prime\prime}} \varepsilon^{-\frac{R_{\prime\prime}}{L_{\prime\prime}} t} \qquad (6)$$

Si, au lieu de cette expression, on emploie cette forme :

$$I_{\prime\prime} = I_{\prime} \frac{M}{L_{\prime\prime}} \left(\varepsilon^{-\alpha t} - \varepsilon^{-\beta t} \right) \qquad (7)$$

on a déjà une approximation plus exacte. Mais la formule 6 nous suffira. Partant de cette formule, on a pour l'intensité maxima du courant d'ouverture :

$$I_{\prime\prime} \max. = I_{\prime} \frac{M}{L_{\prime\prime}} \qquad (8)$$

et pour la force électromotrice maxima :

$$E_{\prime\prime} \max. = I_{\prime} \frac{M}{L_{\prime\prime}} \cdot R_{\prime\prime} \qquad (9)$$

Si nous faisons passer une série de n courants d'ouverture par seconde dans un galvanomètre à aimant mobile ou à cadre mobile, donnant

$$\frac{1}{T} \int_{0}^{T} I \, dt$$

nous mesurons l'intensité moyenne qui sera de

$$I_{\prime\prime} \text{moy.} = n \, I_{\prime} \frac{M}{R_{\prime\prime}} \qquad (10)$$

En faisant passer une série de courants d'ouverture dans un instrument donnant l'intensité effective du courant, nous avons

$$I_{\prime\prime}\ \text{eff.} = \left[\frac{1}{T}\int_0^T I_{\prime\prime}^2\,dt\right]^{\frac{1}{2}} = \sqrt{\frac{n\,I_{\prime}^2\,M^2}{2\,L_{\prime\prime}\,R_{\prime\prime}}} = I_{\prime}\,M\sqrt{\frac{n}{2\,L_{\prime\prime}\,R_{\prime\prime}}} \qquad (11)$$

Dans ces deux formules (10 et 11), l'intensité moyenne et efficace est donnée en ampères, si l'on exprime $I_{\prime}$ en ampères, $R_{\prime\prime}$ en Ohms. M et $L_{\prime\prime}$ en Henrys.

Nous trouvons dans les formules d'abord l'intensité maxima primaire $I_{\prime\prime}$, les deux coefficients de self-induction primaire et secondaire $L_{\prime}$ et $L_{\prime\prime}$, le coefficient d'induction mutuelle M, la résistance primaire et secondaire $R_{\prime}$ et $R_{\prime\prime}$, et enfin la fréquence n. Nous allons passer en revue chacune de grandeurs.

L'intensité primaire $I_{\prime}$. — Si nous varions l'intensité du courant dans la bobine primaire, nous constatons un changement proportionnel de la quantité $Q_{\prime\prime}$ et de l'intensité du courant secondaire $I_{\prime\prime}$ de l'intensité maxima $I_{\prime\prime}$ max., de la force électromotrice maxima $E_{\prime\prime}$ max., de l'intensité moyenne $I_{\prime\prime}$ moy., et de l'intensité efficace $I_{\prime\prime}$ eff.

La puissance $P_{\prime\prime}$ d'un courant d'ouverture est proportionnelle au carré de l'intensité primaire. On change l'intensité primaire en intercalant ou en enlevant de la résistance du circuit primaire.

Le coefficient d'induction mutuelle M se comporte absolument comme l'intensité primaire, et son changement amène également une variation proportionnelle de $Q_{\prime\prime}$ $I_{\prime\prime}$, $I_{\prime\prime}$ max. $E_{\prime\prime}$ max., $I_{\prime\prime}$ moy. et $I_{\prime\prime}$ eff., tandis que la puissance $P_{\prime\prime}$ d'un courant d'ouverture varie avec le carré du coefficient d'induction mutuelle.

On varie le coefficient en variant la distance des bobines.

Le coefficient de sel-induction secondaire $L_{\prime\prime}$ ne peut varier que par le changement de la bobine secondaire elle-même, puisqu'elle ne dépend que des dimensions et du nombre de spires et de leur position relative.

Aux appareils usités en Europe on a donné généralement deux ou trois bobines secondaires d'un nombre différent de spires et de fil de grosseurs différentes. En Amérique on emploie de préférence des appareils avec une seule bobine secondaire dont les spires peuvent être accouplées en quantité ou en tension; ou bien où l'on peut utiliser à volonté un nombre de spires différent.

Avec des bobines de même forme et de même grandeur, enroulées avec le même poids de cuivre, on peut supposer avec une grande approximation que le coefficient de self-induction est proportionnelle au carré du nombre de spires. Lorsque le poids du cuivre et les dimensions de la

bobine ne restent pas égaux, la proportionnalité avec le carré du nombre des spires n'existe plus. Aussitôt que nous varions la self-induction nous varions aussi l'induction mutuelle en gardant la même distance des bobines. — Nous avons

$$M = K \sqrt{L_{,} L_{,,}} \qquad (12)$$

le coefficient d'induction mutuelle est égal à la racine du produit des coefficients de self-induction de la bobine primaire et secondaire multiplié par une constante K qu'on peut désigner comme la constante d'accouplement magnétique ou inductive. Nous voyons immédiatement que la substitution d'une bobine secondaire à une autre avec a fois de spires apportera un changement de la self-induction de a^2 fois et de l'induction mutuelle de a fois.

On doit aussi se rappeler que la résistance secondaire change avec $L_{,,}$: si l'on conserve constant le poids du cuivre et les dimensions de la bobine, la valeur $\frac{L_{,,}}{R_{,,}}$, appelée « la constante de temps » de la bobine, ne varie pas, quel que soit le nombre des spires.

Si nous gardons M et $R_{,,}$ constants en intercalant ou en enlevant de la résistance au circuit secondaire et en variant la distance des bobines, une variation de $L_{,,}$ ne cause aucun changement de la qualité $Q_{,,}$ et de l'intensité moyenne, $I_{,,}$ moy., et produit un changement inversement proportionnel de l'énergie P, de l'intensité maxima, $I_{,,}$ max., et de $E_{,,}$ max. L'intensité efficace est inversement proportionnelle au carré de $L_{,,}$.

Si nous gardons constants $R_{,,}$ et la distance des bobines, la variation de $L_{,,}$ entraîne un changement de $Q_{,,}$ et de I max. proportionnel au nombre de spires ou de la racine de $L_{,,}$.

L'énergie et l'intensité efficace ne changent pas.

L'intensité maxima et $E_{,,}$ max. varient dans un rapport inversement proportionnel au nombre de spires ou à la racine de $L_{,,}$.

Changement de $R_{,,}$. — Une variation de la résistance secondaire ne change rien à l'énergie dissipée dans le circuit secondaire total. Selon les formules données plus haut, il n'y a aucun changement de l'intensité maxima de chaque courant d'ouverture. Ceci n'est pourtant pas vrai : c'est seulement quand la résistance secondaire est petite que l'intensité ne change pas sensiblement avec $R_{,,}$. Mais lorsque $R_{,,}$ est très grand, au-dessus de 30.000 Ohms, un nouveau facteur intervient, et c'est la capacité du circuit secondaire qui fait que la force électromotrice secondaire maxima ne peut s'élever au-dessus d'une valeur déterminée pour chaque M, $L_{,,}$ et $I_{,}$. En médecine, où $R_{,,}$ est généralement bien au-dessous de 5.000 Ohms, notre formule peut encore être employée.

En physiologie, où R_{ii} est généralement plus grand que 30.000 Ohms, on peut mettre I_{ii} max. comme proportionnel à la réciproque de la résistance.

La quantité Q_{ii} et l'intensité moyenne I_{ii} moy. sont proportionnelles à la réciproque de la résistance.

L'intensité efficace est inversement proportionnelle à la racine de la résistance.

E_{ii} max. augmente proportionnellement avec R_{ii}, si R_{ii} n'est pas trop grand. Si R_{ii} est très grand, la proportionnalité n'existe plus et même on obtient un maximum de la force électromotrice induite avec R = infinie.

Comme on le voit, les variations de la résistance ont une influence qui échappe au calcul. C'est pourquoi M. *Zwaardemaker* a construit son *compensateur de résistance*.

Le corps humain est intercalé dans une des quatre branches d'un pont de Wheatstone avec une résistance variable. Les trois autres branches contiennent trois résistances fixes. Au moyen d'un téléphone, on constate s'il y a équilibre sur le pont et on ajoute ou on enlève de la résistance jusqu'à ce que le téléphone n'émette plus de son. Dans son appareil il ajoute donc de la résistance au corps humain jusqu'à une valeur déterminée, soit 5.000 ohms.

L'appareil de Zwaardemaker élimine la source d'incertitude dans les mesures *physiques*. Mais en somme on n'a pas beaucoup gagné ; aucune mesure n'a été simplifiée ou n'est rendue plus exacte. L'énergie doit toujours être divisée en deux parties inconnues, dont l'une est dissipée dans le corps humain et l'autre dans le circuit métallique. Pour la force électromotrice active on a la même difficulté. C'est pour ce motif que je n'ai pas continué l'emploi du compensateur de Zwaardemaker, malgré l'avantage théorique réel qu'il semble offrir.

Influence de la fréquence. — Un changement de la fréquence entraîne généralement un changement de la durée du temps de fermeture du courant primaire. Donc dans la formule (1) de Helmholtz t aura une valeur dépendant de la fréquence. Si, par exemple, le temps entre deux interruptions est $\frac{1}{n}$ seconde, le temps de fermeture est $\frac{1}{an}$ seconde, $\frac{1}{a}$ représente l'économie de l'interrupteur. Si nous faisons d'abord $n = 20$ et ensuite = 60, avec une « économie » de 50 %, la durée de la fermeture du courant primaire baissera de 1/40 à 1/120 seconde. Mettons ces deux valeurs de t dans la formule (1) de Helmholtz, il s'ensuit qu'on ne sera pas sûr que la valeur de I à la fin de la période de fermeture sera

égale dans ces deux cas. Au contraire, lorsque la « constance de temps » $\frac{L}{R}$ du circuit primaire n'est pas beaucoup plus petite que le temps de fermeture, on peut être assuré que le régime permanent ne sera pas atteint. Comme on peut dire que dans les expériences électro-médicales on ne surpasse guère 60 interruptions par seconde, si l'on veut être sûr que la valeur de régime permanent sera toujours atteinte à 5 % près, on ne doit pas avoir une constance de temps plus grande que 0.003". Mais cela n'est pas le cas avec la plupart des appareils médicaux. Pourtant, lorsqu'on les emploie sans noyau de fer, où la « constante de temps » n'àtteint généralement pas trois millièmes de seconde, si l'on ne peut enlever le noyau de fer, on peut encore employer l'appareil en ajoutant de la résistance au circuit primaire ; 30 ou 50 ohms suffisent. En même temps on doit augmenter la force électromotrice primaire, qui doit être portée à 16 — 32 volts.

Dans un de mes appareils $L_1 = 0,0039$ Henry lorsqu'on avait enlevé le noyau de fer ; et comme la résistance de la bobine primaire était de 1,6 ohms, je pouvais employer des fréquences de 15 à 75 par seconde, sans aucun changement de l'intensité primaire finale et par conséquent de la valeur de chaque courant d'ouverture. Avec un appareil de cette sorte, dépourvu du noyau de fer, le changement de fréquence n'occasionne qu'un changement dans la valeur de l'intensité moyenne et de l'intensité efficace du courant secondaire. Celle-là augmentera proportionnellement à la fréquence, celle-ci proportionnellement à la racine de la fréquence.

Physiologiquement, un changement de la fréquence dans les limites usuelles de 15 à 75 par seconde, donnant un tétanos complet, ne semble pas avoir une grande influence sur la valeur excitatrice du courant. Je ne sais pas si l'on a publié, à ce sujet, des expériences faites dans des conditions absolument rigoureuses.

Nous avons vu que la fréquence est presque ou absolument sans influence sur la valeur excitatrice quand $\frac{L}{R}$ est assez petit.

Si au contraire $\frac{L_1}{R_1}$ est très grand de l'ordre de 0,1", on a, avec des fréquences assez élevées — de 50-200 — encore un cas simple. Alors nous pouvons écrire, au lieu de la formule 1, la formule :

$$I = \frac{E_1}{L_1} t.$$

et si l'on met $t = \frac{a}{n}$ où a représente l'économie de l'interrupteur et n la fréquence, on a aussi :

$$I = \frac{E}{L_1} \cdot \frac{a}{n}$$

Si nous mettons cette valeur de I dans les différentes formules, on voit immédiatement que :

La quantité des courants d'ouverture est inversement proportionnelle à la fréquence ainsi que l'intensité maxima et $E_{,,}$ max ;

L'énergie est inversement proportionnelle au carré de la fréquence ;

L'intensité moyenne est indépendante de la fréquence ;

L'intensité effective est inversement proportionnelle à la racine de la fréquence.

Comme nous l'avons vu plus haut, l'intensité peut être encore proportionnelle à la racine de la fréquence avec les fréquences plus basses et la self-induction réduite. Il y a donc une fréquence et une self-induction intermédiaires avec lesquelles l'intensité effective, pratiquement, ne dépend aucunement de la fréquence.

La vérification expérimentale de ces faits est aisée.

Influence du noyau de fer. — Dans nos formules et dans nos considérations, nous avons supposé que $L_{,}$ $L_{,,}$ et M étaient des constantes dans le sens physique.

Quand l'appareil d'induction ne possède pas de noyau de fer, $L_{,}$ $L_{,,}$ et M sont réellement constantes, — si du moins il n'y pas de masses métalliques voisines des bobines. On peut toujours se placer dans cette dernière condition. Mais on ne peut pas toujours enlever le noyau de fer, et nous devons encore en considérer l'influence.

On sait que la perméabilité magnétique du fer change avec l'intensité de la force magnétomotrice, sans qu'il existe aucune relation prédéterminée.

Avec les courants employés usuellement dans le cabinet du médecin ou dans le laboratoire du physiologiste, on peut pourtant admettre que la valeur *finale* de $L_{,}$ reste constante. Ce fait peut être expliqué par la circonstance que le circuit magnétique ne passe que pour une petite partie dans le fer et pour la plus grande partie dans l'air, ou un isolant ou un conducteur à une perméabilité constante de $\mu = 1$. Le degré de magnétisation du fer n'est que peu élevé et reste pratiquement toujours au-dessous de 3.000 Gauss (ce nombre peut être observé dans quelques inducteurs à étincelles pour les rayons de Röntgen). Dans la plupart des appareils médicaux, on n'atteint jamais 1.000 Gauss, et dans ces cas on peut dire que $L_{,}$ est constante.

Mais les mêmes considérations ne s'appliquent pas à $L_{,,}$ et à M.

Considérons d'abord $L_{,,}$. Dans les différentes distances des bobines, la bobine secondaire sera plus ou moins approchée du noyau de fer. Le circuit magnétique contient alors plus ou moins de fer. Donc $L_{,,}$ ne peut être constante. C'est surtout cette circonstance qui cause des difficultés réelles.

La présence du fer fait augmenter considérablement $L_{\prime}$. En retirant le noyau, on rend $L_{\prime}$ de 6-15 fois plus petite. Comme $L_{\prime\prime}$ peut devenir 2-3 fois plus grand, la valeur de M peut changer de 3-7 fois.

Séparation des courants induits de fermeture et d'ouverture. — En général, le courant d'ouverture a une action physiologique plus intense que le courant induit de fermeture. La différence sera d'autant plus grande que la durée du courant de fermeture est plus longue ; cette durée augmente avec la durée de la « constante de temps » primaire. Si l'on intercale beaucoup de résistance dans le circuit primaire, ou si l'on enlève le noyau de fer, la différence disparaît de plus en plus — du moins si l'on tient compte de la *direction* du courant de fermeture.

Dans les cas ordinaires, on admet que les courants de fermeture ne font apparaître aucune action physiologique, et que l'excitation des muscles et des nerfs est exclusivement causée par les courants d'ouverture. Quoique ces courants soient de peu d'intérêt, et à peu près indifférents au point de vue physiologique, ils ne sont pas indifférents vis-à-vis des instruments de mesure. Aussitôt qu'on désirera mesurer les courants induits d'ouverture, il faudra éliminer les courants de fermeture.

On emploie pour cette opération plusieurs appareils, dont le plus ancien est :

1° Le disjoncteur de Buff.

Deux disques d'ébonite sont montés sur un axe commun. Sur la circonférence de ces disques se trouvent des segments de cuivre. Contre chacun des disques passent deux contacts, qui sont intercalés dans le circuit primaire et le circuit secondaire. En faisant tourner l'axe au moyen d'un moteur approprié, les circuits primaire et secondaire sont fermés et ouverts régulièrement. En changeant légèrement la position de l'un des deux disques, on peut s'arranger afin que d'abord le circuit primaire soit fermé, et qu'un peu plus tard le circuit secondaire se ferme. Celui-ci ne s'ouvre qu'après que le circuit primaire est ouvert.

Buff décrivit son disjoncteur en 1866. En 1838 déjà, Dove a employé un appareil à peu près semblable au disjoncteur.

L'emploi pratique d'un disjoncteur de Buff cause quelques petites difficultés. Si l'on a des brosses de contact en cuivre on a quelquefois des contacts imparfaits ou irréguliers. Aussi on observe quelquefois des courants thermoélectriques qui gênent les mesurations exactes. C'est pour cela que j'emploie de préférence des contacts en charbon. Mieux vaut encore un appareil où les contacts glissants ont été abandonnés. Ainsi, *Brodie* décrit dans son *Essentials of pratical physiology*, page 13, un appareil où deux excentriques produisent des contacts entre deux morceaux de platine. Un appareil encore plus exact a été employé et

décrit par *Bowditch* et *Warren*. Ils emploient un mouvement d'horlogerie pour faire tourner l'axe avec des cames qui soulèvent les pièces de métal faisant contact. *Ludwig*, de Leipzig, a fait décrire un appareil analogue par Hüfler.

La principale difficulté se trouve autre part.

On ne peut pas employer un disjoncteur si l'on n'a pas la certitude que le courant de fermeture ait passé complètement avant que le contact secondaire soit établi. Il faut donc que le régime permanent du courant primaire soit établi avant de fermer le circuit secondaire ; autrement, nous recueillerons encore dans le galvanomètre la dernière partie du courant de fermeture, ce qui rendra la mesure de l'intensité moyenne trop petite et la mesure de l'intensité efficace trop haute.

Nous avons vu déjà plus haut que le courant primaire n'atteint son régime permanent assez vite que quand on enlève le noyau de fer et qu'on introduit assez de résistance non-inductive dans ce circuit. Si on néglige ces précautions, il est absolument illusoire d'obtenir des mesures quelque peu exactes.

2° Lewandowski a décrit plusieurs formes de disjoncteurs. Un de ces appareils ressemble beaucoup à l'appareil de Buff ou à la roue de Masson. Mais, en 1886, il a introduit un disjoncteur pratique et très simple. En partant du vibrateur de Neef-Wagner, il met au-dessus du vibrateur deux contacts au lieu d'un seul. Le deuxième contact sert à mettre la bobine secondaire en court-circuit, au moment où le circuit primaire est fermé. De telle sorte, les courants de fermeture s'écoulent par le court-circuit, pendant que les courants d'ouverture circulent à travers les corps.

Reinger, Gebbert et Schall construisent ces appareils régulièrement depuis une vingtaine d'années. Le maniement en est extrêmement simple : on n'a qu'à fermer le circuit primaire et qu'à régler la vis du contact secondaire jusqu'à ce que le courant secondaire, passé dans un milliampèremètre quelconque, soit aussi grand que possible.

Des appareils analogues ont été construits par *Pflüger* et par *Valentin* (Voir Cyon, l. c. p. 373-376). L'appareil de Valentin qui repose sur le même principe me semble être d'un maniement difficile et délicat. Je ne l'ai jamais rencontré que dans le livre de Cyon.

3° Un troisième groupe est représenté par le disjoncteur de *Kronecker*. Un levier léger, pouvant osciller comme un fléau de balance est mu par un électro-aimant. Le fléau porte à ses bouts des petits fils de platine pouvant faire contact dans des godets de mercure. L'électro est intercalé dans le circuit primaire avec l'interrupteur ordinaire de l'appareil d'induction. Les godets de mercure et les fils de platine sont

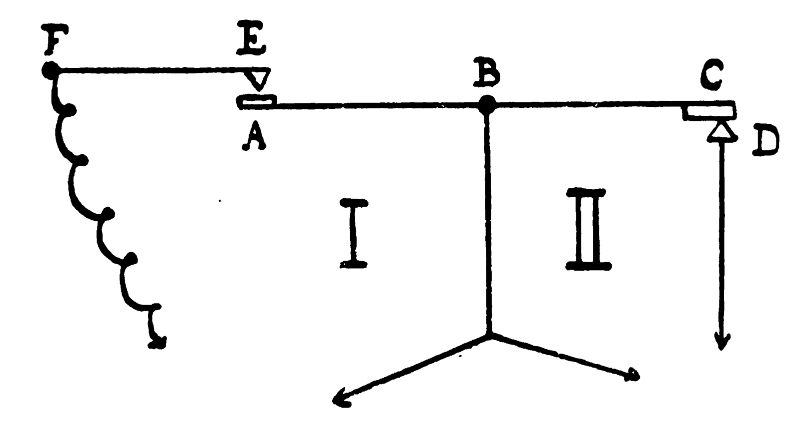
reliés aux bornes de la bobine secondaire, soit pour mettre la bobine en court-circuit, soit pour ouvrir ou fermer le circuit secondaire. On peut à volonté recueillir les courants de fermeture ou les courants d'ouvertures.

Frey a simplifié l'appareil de Kronecker en faisant une clef de Morse avec contacts de mercure et mu électriquement.

Un appareil appartenant au même groupe est la clef de Helmholtz, qui a encore une certaine ressemblance avec le disjoncteur de Lewandowski.

Il consiste dans une clef ABC faisant contact en C avec D, intercalés dans le circuit secondaire. Lorsque E est poussé en bas et fait contact avec A, le circuit primaire est fermé et en même temps le circuit secondaire s'ouvre.

Si l'appareil est très bien construit il me semble qu'il peut rendre de



bons services. L'appareil de Kronecker ou de Frey sont d'un maniement plus simple.

4° M. *Himstedt* a indiqué deux moyens pour séparer les courants d'ouvertures. Le premier comprend l'emploi de la roue phonique de Paul La Cour pour introduire la différence de phase nécessaire entre deux contacts. Le second moyen est le plus élégant : deux diapasons ayant le même nombre de vibrations sont actionnés électriquement : le premier possède un interrupteur propre, le deuxième est actionné par le même courant passant par un électro. Pour produire la différence de phase nécessaire, un des deux diapasons est muni d'un très petit poids additionnel, ce qui augmente le nombre des vibrations propres ; mais ceci ne détruit pas l'unisson forcé et introduit la différence de phase.

5° Un dernier groupe de disjoncteurs contient les valves électrolytiques en aluminium. Avec une électrode positive d'aluminium de surface

extrêmement réduite dans une solution de phosphate d'ammonium, on peut éliminer à peu près le courant de fermeture. Mais comme une cellule-valve de cette construction possède une certaine capacité, on n'arrive pas à une élimination complète. — J'ai donc mis ce procédé de côté.

Nous aurons à considérer maintenant les mesures elles-mêmes. Nous avons éliminé d'abord les courants de fermeture par un des moyens indiqués plus haut.

Mensurations et Graduations

On peut mesurer :

1. La fréquence n_{ι}.
2. L'intensité moyenne $I_{\iota\iota}$ moy. du courant secondaire.
3. L'intensité efficace $I_{\iota\iota}$ eff. du courant secondaire.
4. La quantité d'électricité d'un simple courant induit, $Q_{\iota\iota}$.
5. L'énergie d'un simple courant induit $P_{\iota\iota}$.
6. La force électromotrice maximale $E_{\iota\iota}$ max.
7. L'intensité maxima d'un courant induit $I_{\iota\iota}$ max.
8. La durée d'un courant induit T.
9. On peut varier l'intensité du courant induit avec la plus grande facilité, en laissant I_{ι} constant et en variant M, c'est-à-dire en variant la distance des bobines, ou en laissant M constant, en variant I_{ι}.

Lorsqu'on varie M, on peut munir l'appareil d'une échelle empirique donnant :

10. La quantité relative de chaque courant induit, ou encore les coefficients d'induction mutuelle.
11. Les valeurs de $\frac{M}{L_{\iota\iota}}$ (intensités maxima relatives et force électromotrices maxima relatives).
12. Les forces électro-motrices maxima absolues $E_{\iota\iota}$ max.
13. L'énergie $\frac{M^2}{L_{\iota\iota}}$
14. Les valeurs excitatrices physiologiques relatives.

1. *Mesure de la fréquence n.* — Avec les disjoncteurs rotatifs, on mesure les fréquences, soit au moyen d'un tachymètre approprié (par exemple le tachymètre à cadran du Dr Horn), soit au moyen d'un compteur de tours et un chronomètre, si le moteur est assez constant et assez fort.

Avec les disjoncteurs non rotatifs, le meilleur moyen est d'inscrire les interruptions sur un cylindre enregistreur comme on en trouve dans

les cliniques ou les laboratoires de physiologie. Lorsqu'il s'agit de mesures exactes, je préfère aux diapasons, pour l'inscription du temps, le chronographe-enregistreur de Jaquet.

Les méthodes stroboscopiques et autres peuvent aussi être employées, mais je me suis seulement servi de l'enregistrement graphique et du tachymètre. Lorsqu'on n'a pas besoin de changer la fréquence on peut se servir avec avantage d'un interrupteur à diapason de 25 interruptions par seconde avec un disjoncteur de Kronecker ou de Frey. Alors un seul contrôle de la fréquence fait avec soin suffit.

2. La mesure de l'intensité moyenne d'une série de *n* courants induits par seconde Tout galvanomètre donnant

$$\frac{1}{T}\int_0^T I\,dt$$

peut suffire, pourvu que la sensibilité soit suffisante. Comme on devra mesurer des courants variant entre 2 et 50 micro-ampères, la sensibilité doit être assez grande. J'ai employé autrefois un milliampèremètre d'Edelmann, donnant les centièmes de milliampères. Mais comme la résistance de cet appareil était trop élevée, j'emploie maintenant un galvanomètre à cadre mobile de Paul à Londres, donnant des micro-ampères et permettant d'évaluer les dixièmes de microampère.

On se servira de préférence d'un appareil ayant la sensibilité voulue sans avoir besoin d'un shunt. Dans le cas d'un grand nombre de galvanomètres à cadre mobile et à miroir, on réduit facilement la sensibilité avec un « shunt magnétique », barre de fer joignant les pôles de l'aimant et placée à une hauteur convenable.

3. L'intensité efficace est plus difficile à mesurer. — *A)* L'électro-dynamomètre de Weber ou un des instruments plus modernes, avec cadre mobile de dimensions très réduites, pourra très bien servir. La déflection est proportionnelle à

$$\frac{1}{T}\int_0^T I^2\,dt$$

la constante du galvanomètre est déterminée par un courant continu d'intensité connue. Comme la sensibilité peut atteindre 0, 10^5 ampère, on a de bonnes déflections avec les courants faradiques qui donnent de 0,2 à 0,7 milliampères.

B. Dans l'électro-dynamomètre de Giltay-Hoorweg, on lit les déflec-

tions d'une courte aiguille de fer doux, suspendue dans un solénoïde et faisant un angle de 45° avec l'axe et avec le méridien magnétique. Les déflections sont proportionnelles à l'intensité efficace. Hoorweg a modifié l'instrument, il l'a rendu astatique, pouvant être monté dans chaque méridien : il y a apporté un amortissement très effectif, et a remplacé le miroir par une échelle et aiguille. Tel qu'il est, c'est un appareil très exact et pratique. Par contre, il est peu transportable et doit être monté à demeure ; les indications sont un peu lentes, et la self-induction ainsi que la résistance sont quelque peu élevées.

C) L'électromètre employé idiostatiquement et relié aux bornes d'une grande résistance non-inductive, est sans doute le meilleur instrument pour la mesure de l'intensité efficace. Comme on construit couramment des électromètres donnant 5-20 volts, on a besoin d'une résistance de 25,000-100.000 Ohms. Avec 200.000 Ohms, on peut déjà employer un électromètre apériodique de Carpentier, dont la capacité est parfaitement négligeable et qui donne des indications très rapides.

D) Il y a plusieurs méthodes thermiques pour la mesure des courants alternatifs. Quelques-unes de ces méthodes ne peuvent être appliquées immédiatement pour la mesure des courants induits de l'appareil d'induction, mais elles donnent de bons résultats l'orsqu'on les applique indirectement. On peut les diviser en :

α) Méthodes calorimétriques ;
β) Méthodes du changement de longueur ;
γ) Méthodes du changement de résistance ;
δ) Méthodes du rayonnement ;
ε) Méthodes thermoélectriques.

α) La méthode calorimétrique a été appliquée par moi dans la mesure des courants induits des bobines qu'on emploie pour la production des rayons de Röntgen. Elle consiste dans la mesure de la quantité de chaleur exprimée en calories, produite par le courant secondaire dans une résistance extrêmement élevée — de plusieurs millions d'Ohms. Comme on ne saurait l'appliquer avec les petits appareils médicaux, il suffit d'une simple mention.

β) Dans les ampèremètres et voltmètres thermiques dérivés du Cardew, le courant chauffe un fil métallique. Le fil s'étend et fait tourner ou une aiguille sur une échelle, ou, avec les instruments sensibles, un miroir. On a construit des appareils de cette sorte décelant encore des courants de l'ordre d'un milliampère (Friese-Edelmann, Hartmann et Braun, Duddell). Quoique ces instruments ne soient pas applicables à la mesure directe du courant secondaire, ils peuvent être employés pour la graduation des appareils d'inductions.

γ) La méthode du changement de la résistance ou la méthode bolométrique a été inventée par MM. Paalzow et Rubens. Un fil de fer très fin forme une des branches d'un pont de Wheatstone. Lorsqu'on fait passer un courant à travers le fil de fer, celui-ci s'échauffe et la résistance augmente. L'équilibre du pont est alors détruit et le galvanomètre indique une déflection proportionnelle au carré du courant passant par le fil de fer. Afin que le courant induit ne passe pas à travers les autres branches du pont, on donne au fil de fer la forme d'un pont de Wheatstone et on introduit le courant induit en deux points opposés, pendant que le courant continu servant à la mesure entre par les deux autres points opposés. Un appareil de cette sorte se trouve en ma possession. Il accuse des courants de 1,5 — 10 milliampères en des circonstances favorables. Avec beaucoup de soin, il peut être rendu encore dix fois plus sensible.

On peut aussi employer un pont à fil divisé et mettre des résistances de fil de fer très mince dans deux branches opposées. Un téléphone montre l'équilibre. Alors on peut déduire l'intensité du courant induit en notant le point sur le fil divisé où le téléphone donne l'équilibre. Dans un modèle construit avec du fil de platine de 0,03 ^{mm} de diamètre, j'ai pu atteindre une sensibilité de 5 milliampères.

δ) *Méthode du rayonnement.* — On peut mesurer les courants par une mensuration de la chaleur produite dans une résistance en mesurant la chaleur rayonnante provenant de cette résistance

Le principe de cette méthode a été donné par le physiologiste *Blix*, de Lund, qui a mesuré de cette manière la chaleur produite dans une contraction musculaire de la grenouille : il mettait tout près du muscle un élément thermoélectrique qui était fermé par quelques spires d'un fil de cuivre épais. Dans ces spires un équipage magnétique de Broca était suspendu. Il a aussi construit une boucle de cuivre fermée par un élément thermoélectrique et suspendue dans un champ magnétique. Quand le contact thermoélectrique était chauffé par des rayons de chaleur, la boucle tournait.

Dudell a repris cette idée et a fait construire un appareil de la dernière sorte. La chaleur rayonnante provenait d'une résistance chauffée par le courant à mesurer. L'instrument est construit par le *Cambridge Scientific Instrument Company*. Il semble être extrêmement sensible et accuse encore des courant de 10 à 20 microampères.

ε) La méthode thermoélectrique a été beaucoup employée par M. Klemencic. Un fil de fer et un fil de constantan sont tordus une fois et les quatre bouts sont tendus légèrement entre quatre bornes. Si un courant passe du fil de fer au fil de constantan, les fils s'échauffent et un

courant thermoélectrique peut être recueilli dans un galvanomètre relié aux autres bornes. Ce courant est proportionnel au carré du courant induit.

Cette méthode donne, avec un galvanomètre très sensible, encore des courants de 1 à 2 milliampères. Elle a l'inconvénient qu'il est très difficile d'avoir un bon contact à la place où les deux métaux se touchent. De là il résulte qu'une partie du courant passe directement par le galvanomètre. Je n'ai pu réussir à avoir de bonnes mensurations avec cet appareil. Je l'ai donc modifié afin de le rendre plus sensible et de faire disparaître ce défaut. Au lieu d'un seul contact, j'en emploie vingt qui sont accouplés parallèlement en deux séries de dix. Le courant induit est introduit au milieu de chaque série. Le courant thermoélectrique est recueilli aux bouts. Un échauffement des contacts impairs n'a pas lieu, car les contacts pairs seulement sont à fil fin, tandis que les contacts impairs sont à fil fort.

L'arrangement ressemble à un pont de Wheatstone et dans une des branches est intercalée une petite résistance auxiliaire pour établir l'équilibre. L'équilibre est constaté soit avec un téléphone et des courants induits, soit avec un galvanomètre qui doit servir à la mesure et au courant constant. Avec le galvanomètre on modifie la résistance auxiliaire jusqu'à ce que le courant dans le galvanomètre ne change ni de signe ni d'intensité lorsque le courant à mesurer est renversé.

Cet appareil donne avec un galvanomètre à cadre mobile des courants de 0,17 milliampères. Avec un galvanomètre plus sensible, on peut déceler des courants de l'ordre de 10^{-5} ampère pour 1 millimètre à 1.000 millimètres de distance.

Dans mes mesures directes, j'ai employé soit l'électrodynamomètre de Weber, soit celui de Hoorweg, soit enfin ma méthode thermoélectrique.

4. — La quantité d'électricité d'un courant induit d'ouverture peut être mesurée de deux manières :

A) Avec un galvanomètre balistique ; c'est la méthode préconisée par M. Dubois (de Berne), dans l'excellent travail qu'il a fait publier par ses élèves, MM. Stauffer et Dinicher. La méthode est décrite dans tous les recueils sur les mesures électriques.

B) Indirectement par une mensuration de l'intensité moyenne et la fréquence $Q_{ii} = I_i$ moy. : n.

Comme le maniement d'un galvanomètre balistique n'est pas toujours très facile, j'ai préféré la seconde méthode, qui est plus simple et plus exacte dans la plupart des cas.

5. — L'énergie d'un courant induit de rupture peut être mesurée directement par le moyen d'électrodynamomètre dont on connait la constante

balistique et par mesure de la résistance du circuit. Cette méthode a encore été appliquée par Dubois, de Berne.

Un moyen plus simple est de mesurer l'intensité efficace $I_{''}$ eff., la résistance $R_{''}$ et la fréquence n, selon l'énergie $P = \frac{I_{''}^2 \text{eff. } R_{''}}{n}$

6. La force électromotrice maxima d'un courant induit de rupture peut être mesurée avec un rhéotome, un appareil employé dans la physiologie mais qui est d'un maniement très délicat et très difficile : le rhéotome coupe une petite partie du courant à mesurer et l'envoie dans un condensateur relié à un électromètre statique.

Edelmann (de Munich) a employé une méthode dont il n'a pas donné les détails mais qui semble être très rapprochée de la méthode du rhéotome.

J'ai trouvé une autre méthode très facile et très simple, en employant un électrodynamomètre et un galvanomètre. Je vais me permettre de la développer.

Déchargeons un condensateur de capacité C, chargé à un potentiel inconnu E, pendant n fois par seconde à travers un galvanomètre et un électrodynamomètre.

L'intensité moyenne est alors :

$$I \text{ moy.} = E\ C\ n \text{ ampères,}$$

pendant que l'intensité efficace est de

$$I \text{ eff.} = \sqrt{\frac{E^2 C n}{2 R}} \text{ ampères.}$$

où R est encore la résistance du circuit.

Nous trouvons alors immédiatement :

$$E = \frac{I^2 \text{ eff.}}{I \text{ moy.}} \times 2 R \qquad (3)$$

Cette formule montre que l'on trouve E inconnu en prenant le carré de l'intensité efficace, en le divisant par l'intensité moyenne, en en multipliant le quotient par deux fois la résistance.

La formule montre encore que cette méthode est indépendante de la forme de la décharge. Si la décharge a lieu selon une fonction exponentielle simple ou double, ou selon une sinusoïde amortie, elle reste toujours valable. Nous avons donc le droit de l'appliquer aussi aux courant-induits secondaires d'ouverture. Avec les formules approchées que nous avons données pour les courants induits nous aurions :

$$I_{''} \text{ moy.} = n\ I_{'} \frac{M}{R_{''}} \text{ et } I_{''} = \sqrt{n\ I_{'}^2 \frac{M^2}{2\ L_{''}\ R_{''}}},$$

donc :

$$E_{\prime\prime} \text{ max.} = I_{\prime} \frac{m}{L_{\prime\prime}} R_{\prime\prime} = \frac{I_{\prime\prime}^2 \text{ eff.}}{I_{\prime\prime} \text{ moy.}} \times 2 R_{\prime\prime} .$$

7. L'intensité maxima d'un courant induit est :

$$\frac{E_{\prime\prime} \text{ max.}}{R_{\prime\prime}} = \frac{2 I_{\prime\prime}^2 \text{ eff.}}{I_{\prime\prime} \text{ moy.}} .$$

On mesure donc encore l'intensité efficace et l'intensité moyenne. Deux fois le carré de celle-là divisé par celle-ci donne immédiatement la valeur cherchée en ampères.

8. La durée d'un courant induit d'ouverture peut être mesuré, si l'on est d'abord convenu de ce qu'on doit entendre par la durée. On peut distinguer deux cas simples :

A) On demande la durée d'un courant continu qui a la même action sur le galvanomètre et l'électrodynamomètre que le courant induit.

Alors la durée

$$T = 2 \frac{L_{\prime\prime}}{R_{\prime\prime}} ,$$

c'est-à-dire deux fois la constante de temps de la bobine secondaire.

Si l'on désigne par « la durée » du courant induit le temps nécessaire à faire passer une partie déterminée de la quantité totale, on peut encore calculer cette durée en considérant le courant induit comme une décharge de condensateur, dont on mesure le potentiel et la capacité équivalente au moyen du galvanomètre et de l'électrodynamomètre.

9. *Méthodes de variations de l'intensité des courants induits dans une proportion voulue et mesurable.* — On déduit sans difficulté des formules données plus haut, que l'intensité moyenne et efficace du courant secondaire, l'intensité maxima, la force électromotrice maxima, sont toutes proportionnelles à l'intensité du courant primaire au moment de rupture. On peut donc modifier toutes ces grandeurs en modifiant l'intensité primaire.

C'est Pflüger qui semble avoir été le premier à indiquer ce moyen. Il suffisait d'un shunt de résistance variable mis aux bornes de la primaire. Pourtant il ne s'est pas servi de ce moyen (l. c. page 126). C'est *Preyer* qui l'a employé plus tard dans son ouvrage sur « *la loi myophysique* ». Malheureusement, il l'a appliqué d'une manière erronée. Peu de temps après, *Luchsinger* et *Rollet* ont séparément critiqué cette méthode du shunt, et ils ont établi qu'elle donnait de bons résultats pourvu que la résistance du shunt fût extrêmement réduite, et qu'on tint le courant principal constant.

A présent on n'emploie plus la méthode des shunts. On a dans le commerce des ampèremètres très exacts et des rhéostats permettant d'affaiblir le courant primaire d'une manière continue et très précise ; on préfère mesurer directement le courant principal. S'il y a une raison spéciale d'employer encore la méthode des shunts, on s'arrangera de telle façon qu'on mette d'abord une grande résistance de peut-être 100 Ohms en série avec la primaire. On peut alors mettre les deux bornes libres en contact avec une partie de cette résistance d'environ 1 Ohm, tendue sur une échelle de un mètre de longueur.

Si l'on tient constant le courant à travers cette dernière résistance on peut dire que le courant primaire est d'autant plus fort qu'il y a plus de résistance entre les deux bornes libres, et cela à 1 °/₀ de près.

En modifiant le courant primaire, il va de soi qu'on ne doit rien changer à la distance des bobines. Aussi l'emploi d'un noyau de fer doit être évité ; autrement on pourrait avoir des erreurs de 20 — 50 °/₀ et plus.

Lorsqu'on a des courants primaires compris entre 0,05 à 1 ampère, il y a encore une proportionalité à peu près exacte entre les intensités secondaires et primaires même avec un noyau de fer. La raison en a été donnée plus haut et résulte immédiatement d'une série d'observations rigoureuses et soignées de M. Ewing, le meilleur connaisseur des propriétés magnétiques du fer.

La méthode de la variation du courant primaire a été pratiquement délaissée pour les recherches physiologiques. Là on ne modifie plus le courant primaire : au contraire on s'ingénue à le rendre aussi constant que possible et on modifie l'intensité secondaire exclusivement en variant la distance des bobines. La variation d'intensité au moyen du tube de Duchenne est abandonnée partout excepté dans les petits appareils de poche. Pourtant le moyen est assez intéressant, parce qu'il modifie seulement l'intensité maxima et qu'il laisse la quantité du courant secondaire à peu près constante. Dans les thèses de MM. Dinichert et Stauffer, on trouve des données très complètes sur le tube de Duchenne.

Il ne nous reste plus que la variation de la distance des bobines. J'y comprends aussi la variation de l'angle des axes des bobines (Bowditch), méthode de variation de l'induction mutuelle qui offre l'avantage de réduire la longueur des chariots des appareils physiologiques, et qui permet d'abaisser le coefficient d'induction mutuelle à zéro.

10. Les appareils possédant une disposition permettant de varier la distance des bobines, peuvent être munis d'une échelle qui donne des renseignements sur l'intensité secondaire relatives ou absolus, de manière à avoir ses appareils gradués empiriquement.

On a tâché de déterminer expérimentalement de quelle manière variait l'intensité secondaire lorsqu'on variait la distance des bobines. Comme on ne possédait aucune unité dans laquelle on pouvait s'exprimer, on a pris des unités arbitraires. On a déterminé le nombre d'unités pour chaque distance des bobines et, de ces données, une courbe de graduation pouvait être construite, qui servait encore pour la construction de l'échelle de l'appareil.

La première graduation semble être faite par Fick, en 1864. La méthode ne fut décrite qu'en 1869 par A.-B. Meyer. Les déviations d'un galvanomètre balistique sensible causées par les courants induits d'ouverture avec des distances de bobines variées furent mesurées avec soin. Elles donnaient directement une échelle en *quantités arbitraires d'electricité.*

Cette méthode fut modifiée par Kronecker (1871), qui la rendait plus exacte et plus facile. Il employait deux appareils d'induction qui furent étalonnés en même temps. Pour cela on reliait les bobines primaires en série avec une source d'électricité constante. Les bobines secondaires furent également mises en série avec un galvanomètre balistique très sensible. En reliant les secondaires de sorte que leur action sur le galvanomètre fût opposée, on pouvait facilement faire une échelle pour les deux appareils donnant des *quantités relatives.*

La méthode de Kronecker donne donc théoriquement la même chose que la méthode de Fick. Pratiquement il donne un peu plus ; tous les appareils étalonnés dans le laboratoire de Kronecker donnent les *mêmes* unités arbitraires, et comme les appareils gradués d'après Kronecker sont très répandus et qu'on les trouve dans presque tous les laboratoires physiologiques du monde, on a avec ses appareils la première tentative sérieuse pour examiner les valeurs excitatrices en quelque chose qui commence à ressembler à une valeur absolue.

La méthode de Fick, ainsi que celle de Kronecker sont décrites minutieusement dans le livre de Cyon, p. 380.

Les deux méthodes donnent, comme j'ai déjà dit, une graduation en *quantités* d'électricité. Comme la quantité est, d'après la formule 4, proportionnelle à M, nous avons avec la méthode de Kronecker un étalonnage selon les *coefficients d'induction mutuelle, mais en unités arbitraires.*

En 1875 parut le mémoire de *Christiani*, qui traite le problème de l'étalonnage des appareils d'induction en unités absolues d'une manière concluante. La méthode donne une graduation en coefficients d'induction mutuelle absolue. Quoique ce fut un progrès notable, son mémoire fut peu remarqué, probablement parce qu'il ne pouvait être lu que par les

bons mathématiciens. Une deuxième cause est que la connaissance des coefficients d'induction mutuelle n'a qu'une utilité restreinte, comme nous verrons plus tard.

Depuis plusieurs méthodes pour déterminer les coefficients d'induction mutuelle ont été données. (Maxwell, Carey-Foster, etc.), qu'on trouve dans tous les traités d'électricité un peu complets.

Il n'existe donc plus aucune difficulté pour l'étalonnage des appareils d'induction selon les coefficients d'induction mutuelle, qui donnent des quantités d'électricité proportionnelles à ces coefficients pourvu que I_{ii} et R_{ii} restent constantes.

11. — Si l'appareil est étalonné sans noyau de fer, l'étalonnage en coefficients d'induction mutuelle est aussi valable pour indiquer la valeur relative de $\frac{M}{L_{ii}}$ L_{ii} étant constante. L'échelle montre alors aussi l'intensité et la force électromotrice maxima en unités arbitraires.

Si l'appareil contient un noyau de fer, la courbe d'étalonnage pour les coefficients d'induction ne pourra plus être utilisée pour $\frac{M}{L_{ii}}$ comme L_{ii} est alors variable avec la distance des bobines. Si nous faisons égale la hauteur de la courbe de M et de $\frac{M}{L_{ii}}$ avec une distance des bobines égale à zéro, la courbe de $\frac{M}{L_{ii}}$ s'abaisse moins vite que la courbe de M.

12. — Edelmann, de Munich, construit des appareils nommés faradimètres, qui sont étalonnés d'après la force électromotrice maxima exprimée en volts. — Lorsqu'on emploie ces appareils on devra garder l'intensité du courant primaire constante : l'intensité prescrite est de 0.4 ampères. L'échelle est de 3 à 180 volts. — L'appareil est gradué très exactement.

13. — Une graduation d'après les énergies, soit en ergs ou en milligrammes-millimètres peut être facilement faite avec un électrodynamomètre (voyez plus haut). Si l'appareil ne contient pas de fer, on peut encore déterminer M et L et calculer les énergies.

14. — *Méthodes d'étalonnage physiologiques*. — V. Fleischl détermine la distance des bobines nécessaire pour provoquer une contraction minima et mesure l'intensité du courant primaire. Après il modifie l'intensité primaire et cherche de nouveau la distance des bobines qui provoque une contraction minima. En mettant la distance des bobines comme ordonnées et les réciproques de l'intensité primaire comme abcisses, il établit une courbe d'étalonnage physiologique.

Avec un appareil ne contenant pas de noyau de fer, la courbe correspond absolument à une courbe de coefficients d'induction mutuelle, comme l'expérience me l'a démontré. Avec le noyau de fer, la courbe ressemble plus à la courbe des valeurs de $\frac{M}{L_{\prime\prime}}$.

Méthodes de l'auteur. — Dans mes méthodes, le nerf d'une grenouille ou de l'homme sert à indiquer encore qu'une valeur excitatrice déterminée est atteinte. La première de nos méthodes emploie le pont de Wheatstone : si le courant trouve deux branches égales d'un pont de Wheatstone, il se divise en deux parties égales. On intercale le corps humain ou un nerf de grenouille dans une des branches et dans l'autre une résistance variable, les deux résistances de comparaison étant égales. Avec un téléphone on constate l'équilibre. Alors on retire une résistance variable et une des résistances de comparaison et on introduit de la résistance dans le circuit secondaire afin d'avoir une résistance du circuit totale, égale à celle du circuit contenant le pont. La valeur excitatrice se trouve maintenant doublée et il faut augmenter la distance des bobines pour avoir de nouveau une contraction minima.

Si l'on se sert d'un nerf de grenouille on le met en shunt avec une résistance au lieu de le faire traverser par le courant total.

On trouve, de cette manière, toujours deux points de l'échelle, ou la valeur excitatrice se trouve doublée.

En employant des résistances de comparaison dans une proportion de 1 : 10 ou de 1 : 100, il est facile de contrôler les grandes distances des bobines.

Lorsqu'on se sert de cette méthode, on a l'inconvénient que pendant la mesure un tétanos apparaît qui change l'excitabilité de la préparation. Avec le nerf humain ceci n'est pas à craindre. Avec un peu de soin on peut pourtant avoir de bons résultats.

Plus simple est la méthode suivante, non encore décrite.

Le courant secondaire est fermé par une résistance non inductive qui contient aussi un petit rhéostat de 100 Ohms divisé en dixièmes. On met les électrodes allant au nerf aux extrémités du petit rhéostat, on prend d'abord une distance des bobines égale à zéro, et on retire des plots jusqu'à ce que la contraction minima apparaisse, alors on répète l'expérience avec une autre distance des bobines et une autre résistance dans le rhéostat. En construisant une courbe avec les distances des bobines comme des ordonnées, et les réciproques des résistances comme abscisses, on obtient un étalonnage physiologique.

Ces deux méthodes donnent, avec l'appareil dénué de noyau de fer, une courbe qui est congruente avec la courbe des coefficients d'induction.

Avec le noyau de fer, la courbe physiologique se rapproche de la courbe des valeurs de $\frac{M}{L_{ii}}$.

Les méthodes physiologiques ne nous donnent pas un étalonnage absolu; parce que jusqu'ici il est absolument impossible d'établir une unité d'excitation physiologique. Pourtant elles ont une très grande valeur théorique, comme elles démontrent que la valeur de l'excitant croît comme les coefficients d'induction mutuelle, du moins avec les appareils sans fer. Ce fait, qui me semble bien établi, nous servira encore plus tard.

Pour compléter cette énumération, et avant de passer à la partie physiologique de mon travail, je dois encore mentionner qu'un galvanomètre sensible placé dans le circuit secondaire avec le corps humain, montre une déviation, même si l'on n'emploie pas un disjoncteur. Comme les résistances métalliques n'indiquent pas cette particularité que montre le corps humain et plusieurs autres conducteurs demi-électrolytiques, on pourrait songer à se servir de ce phénomène pour la mensuration des courants faradiques. Ce phénomène, appelé effet de Fleischl, qui fut redécouvert par Gärtier et plusieurs autres, a été étudié et examiné à fond par Hoorweg. Et d'après ce que M. Hoorweg en dit, je ne crois pas qu'une méthode de mesure des courants faradiques puisse la prendre comme base.

Partie physiologique

Dans la partie physique nous avons considéré ce qu'on peut mesurer des courants faradiques. S'il était nécessaire de mesurer toutes les grandeurs énumérées, une mensuration du courant faradique serait pratiquement impossible. Donc nous avons d'abord à examiner ce que nous devons mesurer, c'est-à-dire s'il est possible d'exclure quelques-unes de ces grandeurs physiques.

Nous pouvons d'abord exclure l'*énergie* d'un courant induit comme mesure de la valeur excitatrice.

J'ai prouvé cela en 1892 de la manière suivante. Avec un appareil d'induction sans noyau de fer, possédant deux bobines secondaires — un à fil fin, et l'autre à fil gros — j'ai mesuré les valeurs de l'induction mutuelle M pour chaque distance des bobines, et aussi le coefficient de self-induction L_{ii}. De ces figures fut calculé $\frac{M}{L_{ii}}$ et $\frac{M^2}{L_{ii}}$ pour les deux bobines. Alors on déterminait la distance des bobines avec laquelle on provoquait une contraction minima d'un même muscle. Il en résultait que les valeurs de $\frac{M}{L_{ii}}$ étaient à peu près égales pour les bobines secondaires,

pendant que la valeur de $\frac{M^2}{L_{44}}$ était de plus de 10 fois plus grande avec la bobine à fil fin qu'avec la bobine à gros fil.

On peut pourtant prouver la même chose d'une manière beaucoup plus simple avec un seul appareil étalonné en coulombs ou en Henrys.

En intercalant des résistances élevées dans le circuit secondaire d'un tel appareil et en déterminant la valeur en unités de l'échelle pour provoquer une contraction minima, on trouve que le nombre des unités croît en rapport avec la résistance, pourvu que celle-ci soit assez grande.

Avec l'appareil Kronecker on trouve la contraction minima avec :

4.300 unités	avec	100.000	ohms dans le circuit.
8.500	—	200.000	—
12.600	—	300.000	—

L'énergie calorifique dissipée dans le circuit total est dans le rapport de 1 : 4 : 9 dans ces trois cas ; et comme la résistance du corps humain est d'environ 1.000 ohms et peut être regardée comme sensiblement constante, il en résulte que l'énergie dissipée dans le corps humain est de 1 : 2 : 3. Pourtant la valeur excitatrice n'a pas changé. Donc l'énergie calorifique ne peut être considérée comme une mesure pour la valeur excitatrice.

Nous tirons un troisième argument pour l'exclusion de l'énergie dans le fait mentionné déjà plus haut, que la courbe d'étalonnage physiologique est identique avec la courbe des coefficients d'induction mutuelle dans les appareils sans noyau de fer.

Un dernier argument peut être tiré des résultats des expériences avec les condensateurs, qui ont prouvé que l'énergie nécessaire pour provoquer une contraction minima peut varier énormément, sans toutefois pouvoir diminuer au-dessous d'un certain minimum.

En deuxième lieu, nous allons examiner les différentes valeurs qui sont proportionnelles à M, à l'induction mutuelle.

Ces grandeurs sont :

Le coefficient d'induction mutuelle même ;
La quantité d'électricité ;
L'intensité efficace ;
L'intensité maxima et la force électro-motrice maxima.

Le *coefficient d'induction mutuelle* ne saurait constituer une mesure absolue des valeurs excitatrices, ne fût-ce qu'à cause des raisons métaphysiques et physiques. Physiologiquement, la preuve peut être donnée immédiatement en rappelant qu'avec une distance des bobines déterminée, la valeur excitatrice change en variant le courant primaire.

Est-ce la *quantité d'électricité*, mise en mouvement par le courant induit d'ouverture qui pourrait servir de mesure absolue de l'excitation d'un nerf ou d'un muscle ?

C'est *Stauffer* qui, en 1890, a déjà posé cette question et qui en a en même temps donné la réponse : « Non ! Nous savons, en effet, depuis » longtemps, que des courants de même quantité peuvent avoir un effet » physiologique différent. Tous les traités de physique ou d'électro- » thérapie signalent les effets différents produits par le courant d'ouver- » ture et de fermeture, et les attribuent à leur inégalité de tension, » malgré l'égalité de quantité ».

Et plus tard, il donne un exemple numérique (p. 51). Mesurant, avec un galvanomètre balistique, la quantité d'électricité de deux courants induits, passant par le corps humain et engendrés par deux bobines différentes, il constate :

« Dans une autre expérience, la différence était encore plus sensible : » nous avons obtenu, en effet, avec la bobine à gros fil, une déviation » de 4 divisions seulement, mais produisant une secousse presque » insupportable, tandis qu'avec la bobine fine la déviation était de 70, » et la secousse, tout en étant d'une certaine force il est vrai, n'était » cependant nullement désagréable ».

Un argument contre l'hypothèse que la quantité détermine l'intensité de l'excitation se tire immédiatement des expériences de Dubois, Hoorweg, Cluzet, etc., sur les décharges de condensateurs. On en peut déduire la formule

$$V\,C = v_0\,C + K \tag{4}$$

qui indique que la quantité d'électricité V C, nécessaire pour produire une contraction minima, est égale à une quantité constante K augmentée d'une quantité v^0C ; qui elle-même est égale au produit de la capacité C du condensateur par un potentiel déterminé v_0, au-dessous duquel une excitation n'est pas possible. Si donc la capacité est grande, il faudra une grande quantité d'électricité pour la contraction minima, pendant qu'une petite quantité, provenant d'une petite capacité, produira le même effet physiologique.

Nous avons vu déjà dans la partie physique que nous pourrions considérer les courants induits comme des décharges de condensateurs. Donc, avec l'appareil d'induction, un même effet physiologique n'est pas nécessairement causé par la même quantité d'électricité : inversement une même quantité produira un effet physiologique différent selon que sa tension est élevée ou basse.

L'*intensité moyenne* seule ne détermine pas non plus l'effet physiolo-

gique. Si nous appelons l'intensité moyenne « la quantité par seconde » cette appellation constitue déjà une preuve. Nous avons déjà prouvé que la quantité seule n'est pas déterminante pour la valeur excitatrice. Comme l'intensité moyenne n'est que le produit de la quantité par un nombre, divisé par le temps, et comme nous avons déjà constaté que ce nombre — la fréquence — est indifférent quant à la valeur excitatrice, il s'en suit que l'intensité moyenne est encore moins apte à servir de mesure pour la valeur physiologique d'un courant faradique.

Une petite expérience le confirme immédiatement. Le disjoncteur interrompt 29.9 fois par seconde un courant qui passe par les primaires de deux appareils en série. Avec un commutateur de Pohl on peut à volonté mettre le corps et un microampèremètre dans le circuit secondaire du premier ou du second appareil. On varie la distance des bobines des deux appareils jusqu'à ce qu'ils donnent exactement la contraction minima, soit qu'on emploie le premier appareil de R. G. Schall ou le second appareil de Edelmann.

Alors je trouve :

	Appareils de R. G. Schall.	de Edelmann.
Adducteur du pouce. .	75 microampères.	19 microampères.
» de l'index .	75 »	20 »
Nerf médian	41 »	11 »
» ulnaire	30 »	12 »

Pour avoir une même *sensation* dans un des nerfs cutanés, il fallait 33 microampères avec l'appareil R. G. Schall et 4 microampères avec l'appareil Edelmann, avec 20.7 interruptions par seconde.

Nous pourrons déduire de ces faits la justesse de notre proposition. Nous en déduisons encore que la quantité nécessaire, pour provoquer une contraction, peut varier de 2.5 à 0,67 microcoulomb. même de 1,5 à 0,2 microcoulomb, sans aucun changement dans l'effet produit.

L'intensité efficace à elle seule est encore insuffisante pour préciser l'excitant physiologique. *Dinichert* a mesuré les courants induits avec l'électro-dynamomètre qui, comme nous avons vu donne l'intensité efficace. Je cite (p. 52) : « Nous intercalons dans le circuit le corps » humain et l'électro-dynamomètre et nous notons l'intensité nécessaire » pour produire la contraction minima : 1° sans électroaimant ; 2° avec » le barreau de fer ; 3° avec le faisceau de fils de fer doux. Nous trou- » vons les chiffres suivants :

» Sans électroaimant.	11.22
» Avec le barreau de fer. . . .	8.03
» Avec le faisceau de fils de fer. .	9.38

» Nous constatons que sans électroaimant il faut une intensité plus » forte, tandis que les courants produits avec des électroaimants pro- » voquent la contraction à un chiffre plus bas d'intensité dynamomé- » trique ».

J'ai répété ces expériences avec un électrodynamomètre donnant les milliampères ; j'ai encore employé le disjoncteur rotatif avec deux appareils ayant leur primaire en série. Le corps avec l'électrodynamomètre et le microampèremètre pouvaient être reliés avec l'une ou l'autre des bobines secondaires au moyen d'un commutateur de Pohl.

Je trouve avec 20,7 interruptions par seconde, pour l'adducteur du pouce :

Appareil R. G. Schall : I moy. = 43 μa. I eff. = 0,34 milliampères.
» Edelmann : I moy. = 24 μa. I eff. = 0,25 »

Pour l'adducteur de l'index avec 27,5 interruptions par seconde :

Appareil R. G. Schall : I moy. = 44 μa. I eff. = 0,43 milliampères.
» Edelmann : I moy. = 34 μa. I eff. = 0,39 »

On voit que l'intensité efficace constitue déjà pour l'effet produit une meilleure mesure que l'intensité moyenne. Pourtant des différences de 36 % peuvent être constatées dans les conditions de cette expérience. Mais *Baudet* a déjà publié une série d'expériences du même genre dans lesquelles il pouvait constater des divergences de plus de 100 % dans les indications de l'instrument pour une même secousse musculaire.

Nous concluons de tout ceci que l'intensité efficace à elle seule ne saurait servir de mesure pour les excitations physiologiques.

Il nous reste encore à considérer la *force électromotrice* et l'*intensité maxima* des courants induits. Il va de soi qu'il est très difficile de séparer ces deux grandeurs qui dépendent l'une de l'autre : la simple relation, exprimée par la loi de Ohm : $I = \frac{E}{R}$, réunit la force électromotrice avec la résistance du corps humain et l'intensité maxima. Nous devons donc les considérer ensemble.

Nous avons indiqué dans la partie physique comment on peut calculer $I_{\prime\prime}$ max. et $E_{\prime\prime}$ max., si l'on connaît $I_{\prime\prime}$ moy. et $I_{\prime\prime}$ eff. et la résistance totale du circuit. Dans l'expérience de la page précédente, nous avons noté $I_{\prime\prime}$ moy. et $I_{\prime\prime}$ eff. La mesure de $R_{\prime\prime}$ nous donne : pour le corps humain, 1.280 ohms; pour le microampèremètre, 100 ohms; pour l'électrodynamomètre, 500 ohms; pour la bobine secondaire de l'appareil R. G. Schall, 470 ohms; pour celle de l'appareil Edelmann, 26,6 ohms.

De là il résulte :

Adducteur du pouce :

R. G. Schall : $I_{\text{"}}$ max.	= 0,00538 ampères.	$E_{\text{"}}$ max.	= 12,6 volts.
Edelmann :	»	= 0,00521 »	»	= 10,0 »

Adducteur de l'index :

R. G. Schall : $I_{\text{"}}$ max.	= 0,00840 ampères.	$E_{\text{"}}$ max.	= 19,8 volts.
Edelmann :	»	= 0,00896 »	»	= 17,1 »

L'appareil de Edelmann (faradimètre) montrait dans les deux expériences 11 et 19 volts. En face de l'incertitude concernant la résistance du corps humain, cette concordance ne laisse que peu à désirer.

Il y a cependant une certaine différence d'à peu près 10 %, qui ne me semble pas être due au hasard : nous en parlerons plus tard. Il suffit de constater que dans toutes les expériences faites *dans les conditions citées plus haut,* j'ai toujours trouvé que la force électromotrice maxima était trop constante pour un même nerf ou muscle, quel que fût l'appareil qu'on employait : les appareils à gros fil surtout donnaient des figures absolument constantes.

Un deuxième fait doit être mentionné ici. Quand Edelmann publiait une notice sur son faradimètre étalonné en volts, il écrivait :

Un courant continu de courte durée, une décharge de condensateur et un courant induit d'ouverture donnent le même effet physiologique si la force électromotrice maxima de ces trois courants est la même.

Lorsqu'on se sert d'un condensateur de 1 microfarad et du faradimètre, cette opinion de Edelmann est d'une exactitude rigoureuse. Du reste, rien de plus facile que d'en faire l'expérience.

Nous voyons qu'aucune des grandeurs citées plus haut ne suffit à elle seule pour servir de mesure pour la valeur excitatrice : seulement les figures de l'intensité maxima et la force électromotrice maxima se montrent régulières et constantes. Nous aurons à considérer ce fait de plus près et pour cela nous pouvons partir des décharges de condensateurs.

J'ai déjà eu l'occasion de citer la formule des condensateurs :

$$V\,C = v_0\,C + k \qquad (14)$$

qui dérive des expériences de Dubois et de Hoorweg. Je ne prends pas ici la formule plus exacte donnée par Cluzet, dérivée de la formule de Weiss — comme celle-ci aboutit aux mêmes résultats — seulement le chemin est plus long et plus compliqué.

La formule 14 peut s'écrire aussi :

$$V = v_0 + \frac{k}{C} \qquad (15)$$

où V représente le potentiel d'une décharge d'un condensateur C nécessaire pour provoquer une contraction minima.

Considérons maintenant les deux cas extrêmes : C est très grand ou C est très petit.

Quand C est très grand, la formule se réduit à

$$V = v_0$$

c'est-à-dire dans le cas de condensateurs très grands, on a une contraction minima avec un potentiel constant, qui ne dépend plus de la capacité. L'action physiologique dépend, dans ce cas uniquement, du potentiel de la décharge, et n'est nullement influencée par la quantité d'électricité. Je propose d'appeler ces décharges, dont la quantité plus ou moins grande n'influence plus l'action physiologique des *décharges saturées*.

Dans le cas des condensateurs de capacité très petites, nous avons

$$VC = v_0C + k$$

où conséquemment v_0C est très petite et peut être négligée, c'est-à-dire

$$VC = k$$

ou la *quantité* d'électricité nécessaire à provoquer une contraction minima est constante lorsque la capacité est extrêmement réduite. Dans ces cas, l'action physiologique ne dépend plus du voltage de la décharge ou de l'intensité initiale, mais de la *quantité*. Nous appellerons ces décharges où le potentiel n'a plus aucune influence sur l'action excitatrice des *décharges à quantité constante*.

Entre ces deux extrêmes, nous aurons *les décharges mixtes*.

Reportons ces considérations aux courants induits.

Constatons encore une fois que nous avons parfaitement le droit de comparer les courants d'ouverture à des décharges de condensateur. N'oublions pas que la formule donnée généralement pour les condensateurs :

$$V_tC = V_0C\,\varepsilon^{-\frac{t}{RC}} \qquad (16)$$

n'est qu'approximative ; que toujours on trouve dans le circuit une partie inductive, dont l'effet est tel que la décharge serait mieux représentée par la formule

$$V_tC = V_0C\left(\varepsilon^{-\alpha t} - \varepsilon^{-\beta t}\right) \qquad (17)$$

enfin par une formule représentant aussi les courants induits de rupture avec la plus grande exactitude.

Une fois admise la similitude des courants induits avec les décharges

de condensateur, nous devons considérer ce qu'on doit entendre par la capacité équivalente d'un appareil d'induction.

Comme la capacité est le quotient de la quantité par le potentiel maximum, nous avons pour la capacité équivalente :

$$C = \frac{Q}{E_{\prime\prime} \text{max.}} = \frac{L_{\prime\prime}}{R_{\prime\prime}^2} \qquad (18)$$

c'est-à-dire le coefficient de self-induction secondaire divisé par le carré de la résistance.

Maintenant nous pouvons nous demander dans quels cas nous aurons des décharges saturées (grandes capacités), dans quels cas des décharges à quantité constante (petites capacités) et dans quels cas enfin les décharges mixtes (capacités intermédiaires).

La capacité équivalente sera grande quand $\frac{L_{\prime\prime}}{R_{\prime\prime}^2}$ est grande.

Mais nous pouvons écrire :

$$\frac{L_{\prime\prime}}{R_{\prime\prime}^2} = \frac{L_{\prime\prime}}{R_{\prime\prime}} \times \frac{I}{R_{\prime\prime}}$$

Comme ce premier facteur représente la « constante de temps » de la bobine secondaire et $R_{\prime\prime}$ la résistance du circuit, nous pouvons considérer ces deux facteurs séparément.

La constante de temps ne peut être augmentée dans une bobine donnée en l'enroulant avec le même poids de fil plus fin ou plus gros, comme on augmente la self-induction et la résistance en même temps et dans la même proportion.

La seule chose qu'on peut faire, c'est de donner à la bobine une telle *forme* que la self-induction soit maxima. Quoique la bobine à self-induction maxima possède une forme peu commode pour la construction des appareils d'induction, il y a intérêt à construire les bobines aussi *courtes* que possible. On tâchera encore d'enrouler le fil en autant de tours que possible, en les séparant par des cloisons (enroulement par sections), afin de rendre la capacité électrostatique propre de la bobine aussi petite que possible. (V. Armagnat, *La bobine d'induction*, p. 45).

La résistance du circuit est la somme de la résistance propre de la bobine et de la résistance du corps. Comme celle-ci forme la partie la plus grande de la résistance totale, il n'y a que peu d'intérêt à réduire outre mesure la résistance propre de la bobine. Si l'on ne dépasse pas 50 ohms pour la résistance propre d'une bobine secondaire et si le fil est aussi gros que possible, on aura le droit de s'attendre à des capacités équivalentes assez grandes, pour pouvoir utiliser une graduation de volts comme moyen de mesurer l'intensité excicatrice.

Dans tous ces cas il y a grand avantage à employer des appareils avec un noyau de fer : il convient même de prendre un noyau d'un diamètre beaucoup plus grand que d'ordinaire, mettons 3 à 4 cm. de diamètre avec 10 cm. de longueur au plus.

Si nous désirons des décharges à quantité constante et, par conséquent, une capacité équivalente réduite au possible, nous devrons prendre $\frac{L_{''}}{R_{''}^2}$ très petit. Nous ne devons donc pas prendre un noyau de fer. On construira la bobine très longue et très mince et on l'enroulera d'un fil fin, mais pas trop long. Ensuite on introduira encore une résistance non inductive dans le circuit, afin d'augmenter $R_{''}$.

Avec les appareils de commerce on a généralement des décharges mixtes. La capacité équivalente oscille alors entre 0,1-0,01 microfarad, pendant que le faradimètre d'Edelmann, avec une bobine de 26 ohms et un gros noyau bien subdivisé, donne des capacités équivalentes de 0,5-0,1 microfarad.

Avec le faradimètre on peut se dispenser d'employer un disjoncteur, puisqu'on n'a aucune mesure à prendre. L'emploi de ces appareils es très commode : si le courant primaire est réglé à l'intensité prescrite qui est de 0,4 ampère, l'échelle sur laquelle la bobine secondaire se meut donne immédiatement en volts la force électromotrice maxima d'un courant induit d'ouverture.

Si l'on désire mesurer les quantités des décharges à quantité constante, on doit employer un disjoncteur et un galvanomètre donnant au moins les microampères ou mieux encore les dixièmes de microampère.

Avec les appareils habituels qui donnent des « décharges mixtes », on devra employer le disjoncteur et mesurer en même temps l'intensité moyenne et l'intensité efficace : on pourra en déduire la quantité et la force électromotrice maxima.

De même qu'une mesure avec des décharges d'un seul condensateur ne nous donne que des indications de peu de valeur ; aussi nous avons encore bien peu gagné, si nous employons seulement un seul appareil d'induction, soit un faradimètre d'Edelmann, soit un appareil à décharges à quantité constante. Mais l'emploi de ces deux appareils constitue une mensuration équivalente à une mensuration faite avec un petit et un grand condensateur (la méthode de Hoorweg).

Dans la pratique, les indications du faradimètre seul peuvent nous suffire. L'appareil n'est en somme qu'un appareil d'induction bien construit, d'un maniement connu et commode. J'ai donné dans la partie

physique une méthode assez simple pour l'étalonner, si on ne préfère pas l'acheter chez le constructeur.

Il me reste encore à constater que je n'ai considéré l'action physiologique qu'au point de vue du diagnostic. J'ai parlé de mesurer les grandeurs électriques quand il s'agit de contractions minima. Une généralisation ne me semble pas encore possible.

BIBLIOGRAPHIE

Bowditch et Warren. — *Journal of Physiology*, 1886, p. 424.
Brodie. — *Essentials of pratical Physiology*, London, 1898, p. 13.
Buff. — *Pogg. Ann.*, t. 127, p. 58-96, 1866.
Christiani. — *Pogg. Ann. Ergänzungsband VIII*, 1878, p. 556-579.
Cyon. — *Method. d. Physiologischen Experimente, Giessen*, 1876, p. 373-381.
Dinichert. — *Etude des courants faradiques*, Th. de Berne, 1893.
Dove. — *Pogg Ann.*, t. 45, p. 512, 1838.
Edelmann. — *Elektrotechnik für Aerzte*, Munich, 1890, p. 153.
Fick. — *Untersuch. a. d. physiol. Laboratorium*, Zurich, 1869.
Fleischl von Marxow. — *Gesammelte Abhandl.* 1893, p. 260. Der interpolare Elektrotonus.
Fleischl von Marxow. — *Gesammelte Abhandl*, 1893, p. 475. Ueber Graduir. elektr. inductions app.
Gaertner. — *Medizin. Jahrb. Wien*, 1888.
Giltay. — *Wiedem. Ann.*, 1893, t. 50, p. 756.
Himstedt. — *Wiedem. Ann.*, 1884, t. 52, p. 276-286.
Hoorweg. — *Pfluger's Arch.*, 1903, t. 99. p. 619.
Hoorweg. — *Deut. Arch., f. klin. Med.*, 1894, t. 52, p. 541.
Hoorweg. — *Medizinische Elektrotechnik*, 1893, Leipzig, p. 129.
Huefler. — *Dubois-Reymond's Archiv.*, 1889, p. 295.
Kronecker — *Ber. d. Sächs Gesells. f. Wiss.*, 1872, p. 699.
Lewandowski. — *Zeitschr. f. Elektrotechnik*, 1886, t. VI.
Meyer (A. B.). — *Beitr. z. Lehre d. elektr. Nervenreizung* Th. de Zurich, 1867.
Pflueger. — *Unters. ü. d. Phys. d. Elektrotonus*, 1859, p. 126.
Stauffer. — *Etude sur la quantité des courants d'induction.* Th. de Berne, 1890.
Wertheim-Salomonson. — *Phisiol. Aichung des Inductor Zeits. f. Elektrotherapie*, 1899, p. 54.
Wertheim-Salomonson. — *Nauwk. v. farad onderzoek.* T. v Gen. 1896, p. 885.
Wertheim-Salomonson. — *Electrische Zenuwpr.* T. v. Gen 1881.
Wertheim-Salomonson. — *Physik. Zeitsch.*, 1906, p. 463.

DISCUSSION

Dr Zanietowski (Cracovie). — Remercie M. Salomonson d'avoir contribué, par son étude, au progrès de la science et à une harmonie de la théorie de la faradisation et des décharges du condensateur. J'ose ajouter seulement une remarque, basée sur mes longues expériences

cliniques, qu'il faut envisager en clinique, non seulement le courant constant et le courant faradique, mais aussi les décharges, car *une seule* modalité du courant électrique ne peut nous renseigner sur l'excitabilité et sur l'avenir de la question des syndrômes, introduite dans la science par M. Doumer. — Du reste, la coïncidence de certains résultats de M. Salomonson avec mes expériences, est de valeur pour l'harmonie du progrès électrologique.

M. Doumer constate que le rapport de M. Wertheim-Salomonson apporte, enfin, la solution de cette importante question de la théorie des appareils faradiques et que désormais il ne sera plus permis, aux constructeurs, de nous donner des appareils construits sans règles précises. Mais il estime qu'on ne doit pas négliger le facteur, quantité d'énergie mise en jeu qui peut avoir une influence prépondérante dans les propriétés biologiques générales des courants faradiques, car ils n'ont pas seulement une action sur les nerfs et les muscles; ils en ont aussi sur tous les autres tissus et il est probable qu'à cet égard la notion énergie est d'une importance primordiale.

M. le Dr Luraschi observe qu'il est nécessaire que physiciens et médecins s'accordent sur le terme *faradimètre*, parce que, après le Congrès de Chicago, le faradimètre a été adopté comme appareil mesurateur de capacité et pas comme mesurateur du courant.

M. Cluzet. — Je demanderai d'abord à M. Wertheim-Salomonson s'il a considéré la durée d'action de l'onde induite; c'est là en effet une notion indispensable, comme l'a bien montré M. Weiss, si l'on veut connaître la relation exacte entre l'excitant et la réponse physiologique. En ce qui touche à l'électrodiagnostic, je crois qu'une seule onde électrique (fermeture de courant continu, courant induit, décharge d'un condensateur) est insuffisante pour nous renseigner sur l'excitabilité absolue d'un nerf ou d'un muscle. Il faut connaître l'effet de deux ondes différentes, si l'on veut pouvoir caractériser l'excitabilité, par les coefficients *a* et *b* de Weiss, par exemple. L'idéal serait d'employer un courant de durée d'action très longue (courant continu ou décharge de grande capacité) et un courant de durée d'action très petite (courant faradique ou décharge de faible capacité). Mais, pour pouvoir employer l'onde faradique, il faudrait pouvoir déterminer la *quantité d'électricité* mise en jeu et la *durée d'action*.

M. Wertheim-Salomonson remercie MM. Doumer et Zanietowski des objections qu'ils ont bien voulu lui adresser.

Il remercie aussi M. Cluzet et lui donne l'information que, dans son

rapport, il a touché la question de la mesure de la durée des décharges de la manière suivante :

La durée d'un courant induit d'ouverture peut être mesuré, si l'on est d'abord convaincu de ce qu'on doit entendre par durée. On peut distinguer deux cas simples :

1° On demande la durée d'un courant continu qui a la même action sur le galvanomètre et l'électrodynamomètre que le courant induit. Alors la durée est de

$$T = \alpha \frac{L}{R}$$

c'est-à-dire deux fois la constante de temps de la bobine secondaire;

2° Si l'on désigne par « la durée » du courant induit le temps nécessaire à faire passer une partie déterminée de la quantité totale, on peut encore calculer cette durée, en considérant le courant induit comme une décharge de condensateur, dont on mesure le potentiel et la capacité au moyen du galvanomètre et de l'électrodynamomètre.



L'état actuel de la photothérapie.

Par M. **Ferdinand WINKLER** (de Vienne).

L'histoire de la médecine nous enseigne que nos connaissances thérapeutiques sont pleines d'erreurs et de malentendus, et qu'elles procèdent par tâtonnements et par approximations. C'est toujours par des détours instructifs, quoique laborieux, que le chercheur empirique devient savant en médecine. C'est à eux que nous devons l'état actuel de la science photothérapique.

Habitués, dès l'antiquité, à réaliser toutes les choses que la nature nous offre, les hommes ont tâché de profiter des nombreuses observations et de s'approprier les forces curatives qui se sont manifestées d'une manière quelconque. Il était alors naturel d'attribuer un rôle important pour la guérison des maladies à la lumière, dont l'importance, dans le règne végétal, avait toujours été reconnue et que l'on avait adorée comme la plus haute divinité.

L'importance de la lumière, pour les hommes, leur paraissait si grande que, dans la religion des Grecs, le dieu du soleil était aussi le dieu de la médecine. Aussi est-il étonnant que le traitement photothérapique n'ait pas atteint déjà depuis longtemps le degré d'importance qui lui appartient, et qu'il ait fallu rien moins que la grande énergie de Finsen pour imposer le traitement photothérapique presque dédaigné et pour lui procurer cette importance qui lui est due par sa force et par ses effets. Il fut le premier à formuler exactement les trois principes du traitement photothérapique : sa force destructive pour les bactéries, sa propriété de provoquer des inflammations et son pouvoir de pénétrer les tissus humains. Avec cela Finsen avait donné à ce traitement un rôle dans la médecine.

Personne ne pensait autrefois à séparer les qualités différentes des rayons de lumière, et le traitement photothérapique était dans ce temps moins un traitement avec la lumière qu'un traitement avec la chaleur. Si l'on faisait, dans l'antiquité, des fosses dans le sable du rivage et si l'on y exposait les malades couverts de sable, aux rayons du soleil ; si Hérodote

et Antyllus nous parlent de la force curative de l'insolation, nous savons que ces effets ont toujours été thermogéniques, et qu'ils n'ont aucun rapport avec la photothérapie réelle. Naturellement, les médecins anciens observèrent très bien l'influence des rayons concentrés sur la peau, mais ils ne voulaient pas employer la lumière, mais seulement la chaleur, et suivaient l'exemple du célèbre Archimède, qui voulait brûler les vaisseaux des ennemis par les rayons de soleil concentrés par une grande lentille. La photothérapie d'aujourd'hui date du moment où l'on a reconnu que l'emploi de la lumière pouvait seulement être employée fortement concentrée et qu'il était nécessaire d'écarter la plus grande partie de la chaleur pour éviter une brûlure de la peau.

Nous devons à l'hygiène les premières acquisitions scientifiques sur l'importance de la lumière. L'observation de l'antiquité qu'il est nécessaire pour la santé du corps de s'exposer à la lumière, produisit les bains solaires que l'on prenait, sur les terrasses des maisons, en se mettant nu, sur des coussins, exposé aux rayons du soleil, et conduisit aussi aux exercices dans la « pallestra » déshabillé. La conviction du peuple de la nécessité de la lumière pour la prospérité de l'organisme humain s'explique dans le proverbe italien : « Là où n'entre pas le soleil entre le médecin », et voilà pourquoi on aimait toujours mieux les chambres situées au sud aux pièces situées au nord. On sait aussi depuis longtemps que les quartiers obscurs sont malsains.

A la période bactériologique de la science médicale, on tâchait de reconnaître si la lumière avait une puissance assez délétère sur les bactéries dans l'air, dans la poussière et dans l'eau, pour qu'on puisse parler d'un combat de la lumière contre les bactéries. Les expériences montrèrent la force imminente de la lumière de détruire les bactéries. On vit que des cultures de bactéries périssaient si elles étaient exposées aux rayons du soleil pendant quelques heures, et que cette force bactericide se montrait non seulement sur les bacteries dans les liquides du laboratoire, mais encore dans des cas où les bactéries n'étaient pas exposées directement aux rayons du soleil. Esmarch se persuadait du pouvoir du soleil de désinfecter la surface des garnitures de lit, Wittlin montrait la force destructive que le soleil exerce sur les bactéries dans la poussière des rues, et Migneco constatait que des crachats tuberculeux séchés sur du linge perdaient leur nocuité après un rayonnement de 24-30 heures.

L'influence bactéricide de la lumière est tout aussi grande dans l'eau. De même que des plaques photographiques plongées dans la profondeur d'un lac sont influencées par la lumière, Buchner (1) et Frankland

(1) *Centralblatt für Bakteriologie*, 1892.

réussirent à montrer que la puissance bactéricide ne se diminuait pas en passant à travers de grandes masses d'eau. Même dans l'eau sale la lumière détruit les bactéries et Provacini a démontré que dans l'eau d'égout le nombre des bactéries diminuait après un rayonnement de deux heures jusqu'à la moitié et qu'elles sont détruites tout-à-fait après un rayonnement de six heures.

Selon les expériences de Dieudonné (1) nous savons aujourd'hui que la puissance bactéricide de la lumière est due à la partie bleu-violette du spectre et que les rayons calorifiques n'y prennent aucune part. Les rayons rouges et jaunes n'ont pas d'influence sur les bactéries, les rayons verts ont une influence légère, tandis que les rayons bleus (2), violets et ultra-violets possèdent une influence bien délétère. Finsen ajoutait (3) que les rayons ultra-violets extrêmes qui sont absorbés par le verre et dont l'examen demande des loupes en cristal de roche. ont une puissance bactéricide beaucoup plus grande que les autres espèces de rayons. Par cette raison Finsen demandait avec énergie qu'on n'employât que des rayons ultra-violets extrêmes dans la photothérapie. Mais il lui fallut dans les dernières années de sa vie abandonner cet exclusivisme, car à la suite d'expériences on est aujourd'hui enclin à attribuer aussi un rôle important aux autres rayons non-bactéricides, même aux rayons calorifiques.

On distingue aujourd'hui la photochimithérapie, qui n'emploie que les radiations chimiques, et la photothermothérapie, qui se base sur les rayons calorifiques, et on croyait que la photothérapie réelle n'est que la photochimithérapie et que la photothermothérapie est une méthode agissant comme le thermocautère. De nos jours, nous pensons d'une manière différente, nous ne cherchons pas à reconnaître l'effet des radiations séparées. Nous voulons mettre au premier plan ces radiations-ci, qui nous paraissent avoir les qualités les plus nécessaires

Quant à l'effet sur les bactéries on ne peut pas douter que les rayons ultraviolets ont une énorme force délétère, et les expériences de Bang que la lumière non concentrée d'une lampe d'arc de 30 ampères à une distance de 30 centimètres soit capable de détruire une culture de bacilles tuberculeux en six minutes, sont sans doute d'une grande importance pour la thérapie. Finsen et ses collaborateurs virent bien que pour réaliser ces résultats dans la pratique il fallait réaliser la force bactéricide de la lumière aussi en dedans des tissus. C'est là la grande préoccupation de l'école de Copenhague.

(1) *Arbeiten aus dem Raiserlichen Gesundheitsamte Berlin*, IX.
(2) *Mitteilungen aus Finsens Lichtinstitut*, III, pag. 5.
(3) *Mitteilungen aus Finsens Lichtinstitut*, IV.

Le fait que les rayons ultra-violets extrêmes sont absorbés dans l'air et qu'ils ne jouent aucun rôle par la lumière solaire, fit renoncer à l'emploi du soleil et recourir à la lumière électrique d'une lampe à arc, qui est très riche en rayons ultra-violets. Jansen (1) mit entre la source de lumière et les cultures de bactéries, des morceaux de peau d'épaisseurs différentes et vit que dans un temps de cinq quarts d'heure la puissance bactéricide de la lumière se manifestait encore après un passage d'une peau de 1,2 mm d'épaisseur, mais que la puissance bactéricide disparait après le passage d'un morceau de 1,5 mm. Certains rayons, les ultra-violets et les bleu-violets, exercent une action bactéricide encore dans une profondeur de 1,5 mm et atténuent les bactéries après une filtration de 4 mm. Cette influence sur les bactéries se montre aussi dans l'action des rayons ultra-violets sur les tissus vivants ; Busck détruisait des pneumocoques qu'il avait inoculés dans la cornée d'un lapin par la lumière d'une lampe à fer de Bang, et Nagelschmidt constatait que le traitement de Finsen était capable de détruire les bacilles de la tuberculose chez les cobayes dont la peau était infectée expérimentalement par la tuberculose.

Les expériences de Klingmuller et Halberstädter vinrent troubler cette idée de la valeur bactéricide de la lumière sur les tissus. Ils rayonnaient par la lampe de Finsen de petits fragments de lupus vulgaire pendant 70 minutes et les mettaient dans la cavité péritonéale de cobayes ; si les bacilles des fragments rayonnés avaient été détruits par la lumière, l'inoculation intrapéritonéale aurait dù rester sans effet : mais les animaux moururent de la tuberculose. On obtient les mêmes résultats en rayonnant les humeurs des tissus d'animaux inoculés par des bacilles virulents ; le suc de la rate d'un cobaye tuberculeux rayonné pendant 70 minutes ne perdait pas son infectiosité.

En constatant que le traitement de Finsen n'influence pas les bacilles de la tuberculose qui se trouvent dans les tissus, nous voyons que les idées de Finsen ne sont plus bien étayées, et il nous semble nécessaire de chercher d'autres considérations qui soient en état d'expliquer les résultats favorables que Finsen pouvait rapporter à la conférence de Berlin 1902, sur 800 cas de tuberculose traités par la lumière, 50 % étaient absolument guéris et 94 % étaient bien améliorés

Avant tout, il est possible que le rayonnement d'un morceau de peau exécuté une fois ne puisse pas détruire tous les bacilles et qu'il soit nécessaire de renouveler le rayonnement plusieurs fois ; l'observation clinique nous apprend que pendant le traitement de Finsen il y a plusieurs

(1) *Deutsche medicinische Wochenschrift*, 1905, N° 14.

récidives et qu'il arrive souvent que tous les bacilles ne sont pas détruits alors que les symptômes de la maladie sont disparus. Il n'y a que la persévérance qui conduit au but ; on ne doit pas perdre patience, et il faut répéter le traitement plusieurs fois. En outre, il est possible que la puissance bactéricide de la lumière ne joue pas un grand rôle dans le traitement photothérapeutique, et que nous devions son effet à d'autres causes.

Richardson et Dieudonné ont constaté que dans des plaques d'agar rayonnées par le soleil s'établit en peu de temps, en dix minutes par insolation directe, de l'hydrogène hyperoxydé; pour s'en assurer, on couvre la moitié d'une plaque d'agar avec du papier noir et on l'expose à la lumière, puis on l'arrose avec de la colle iodée et une solution de sulfate de fer; la partie rayonnée devient bleu-noire. Outre l'hydrogène hyperoxydé, il nous faut aussi invoquer l'ozone qui se forme en grande abondance sous l'action des lampes qui produisent beaucoup de rayons ultra-violets; nous savons, par exemple, que les lampes à mercure produisent beaucoup d'ozone et Schiff (1) réclame pour l'ozone une grande partie des effets favorables du traitement par ces lampes.

Encore plus importants pour notre connaissance de l'action des rayons sont les travaux de Hertel (2), qui attribue les résultats excellents au dégagement d'oxygène. Le fait de l'assimilation des plantes à chlorophylle auxquelles des rayons à longues ondes produisent la décomposition de l'acide carbonique, trouve son analogie dans les expériences de Hertel, qui montrait que les rayons à courtes ondes, pouvaient détacher l'oxygène du sang et des associations du plasma cellulaire, et que cette action produisait une action irritante sur l'organisme. Si nous éloignons l'irritant, c'est-à-dire les rayons, l'irritation produite par le dégagement reste ; si cette irritation se renouvelle plusieurs fois, le trouble de l'organisme se déclare et produit enfin la destruction des bactéries et du processus morbide.

Cette action irritante nous explique la réaction photodynamique des tissus à l'influence de la lumière. Les rayons qui ont la plus grande puissance bactéricide exercent la plus grande action irritante sur les tissus. La même différence qui existe entre la lumière qui a traversé une loupe de verre et entre la lumière qui a traversé une loupe de cristal de roche à l'égard de l'effet sur les bactéries, se montre aussi par rapport à son effet sur la peau.

(1) *Wiener Klinische Wochenschrift*, 1906, No 12, Sitzungsbericht der R. R. Gesellschaft der Aerzte.

(2) *Zeitschrift für allgemeine Physiologie*, IV und V.

La première influence de la lumière riche en rayons ultra-violets sur la peau est la production d'érythème au point rayonné ; il se produit une plaque papuleuse et souvent, après 16-24 heures, une phlyctène, qui est plus grande par l'emploi d'une lampe à arc que par l'emploi du soleil. Souvent on voit aux environs un œdème léger. La phlyctène sèche après quelques heures, une croûte s'établit et tombe après quelques jours, et la peau redevient normale. Les expériences de Zieler (1) et de Meironsky (2) ont aussi montré que l'effet le plus important du traitement de Finsen est une inflammation aiguë de la peau, soit de la peau normale, soit de la peau malade. L'inflammation disparait sans laisser des cicatrices, et voilà pourquoi nous sommes en état de traiter non seulement les parties malades de la peau, mais encore les parties voisines, d'apparence saine, mais qui sont peut-être aussi infectées. Zieler montrait qu'avec de grandes intensités de lumière, l'hyperhémie et la transsudation sont plus grandes et la pénétration des rayons plus profonde, et que les effets nuisibles sur les tissus ne sont pas plus grands par l'emploi de grandes intensités que par l'emploi de petites; par là nous pouvons expliquer l'observation de Finsen que l'action curative de la lumière est d'autant plus grande que le rayonnement a été plus intense et de plus longue durée. Meironsky travaillant sous la direction d'Unna constatait que la lumière exerçait avant tout une action stimulante sur les cellules éphitéliales qui se déclare par l'augmentation du métabolisme; si la lumière agit plus longtemps, il constatait des dégénérescences dans l'épiderme, qui se détruit alors et s'enlève par la formation d'une phlyctène. Les vaisseaux sanguins de la peau autant les superficiels que les profonds montrent une dilatation réelle avec une émigration des leucocytes et avec des hémorrhagies dans les tissus ; la lumière produit alors une augmentation des cellules du tissu fibreux et un gonflement du collagène. Si les symptômes de l'inflammation sont plus intenses, la reproduction commence par un épaississement de la couche spineuse et par un développement de pigment dans toutes les couches épithéliales L'œdème du tissu fibreux disparait, la superpigmentation et l'épaississement de la peau restent.

Ces altérations de la structure des tissus laissent concevoir que les conditions de l'existence des bactéries se changent dans un sens défavorable et que la modification du matériel nutritif s'unit à une diminution de la toxicité des bactéries. Finsen et ses élèves enseignent que l'action bactéricide et l'action congestionnante prennent également part au résultat

(1) *Dermatologische Zeitschrift*, 1906, Heft 1.
(2) *Monatshefte für practische Dermatologie*, XLII, 1906.

curatif, tandis que nous croyons aujourd'hui que l'influence directe de la lumière sur les tissus n'est que l'inflammation, et que l'action sur les bactéries est indirecte

Il nous semble aujourd'hui que la dilatation des vaisseaux sanguins qui est constatée par l'expérience et par l'investigation microscopique est d'une grande importance pour la connaissance des effets de la lumière ; les faits de la clinique le prouvent. Strebel (1) constata que les ulcérations qui sont soumises au traitement ultra-violet montrent une granulation très vive et une épidermisation très nette, et il suppose que les rayons ultra-violets exercent une influence très favorable sur les vaisseaux et sur les nerfs trophiques de la peau; pour cette raison, il recommandait le traitement des ulcères variqueux par la photothérapie. Axmann (2) trouvait aussi que le traitement des ulcères variqueux par les rayons ultra-violets active la granulation et accélère l'épidermisation, et il attribuait ce résultat à la dilatation des vaisseaux. Peut-être est-il permis de rappeler les expériences de Loewy (3) sur le Monte Rosa, chez lui et chez ses compagnons le nombre des erythrocytes se modifiait selon qu'ils se trouvaient dans l'ombre ou au grand jour, dans la cabane ou sur le glacier.

A l'influence de la lumière sur les vasomoteurs nous avons rapporté son action sur le système nerveux et sur l'esprit ; aux jours clairs nous sommes bien disposés, notre force est plus grande et notre énergie élevée ; Finsen avait raison en appelant les rayons chimiques les excitants de la vie et de l'énergie. Cela expliquerait aussi bien l'observation que la lumière produit une bonne influence sur la croissance. Dans l'institut de Finsen on constatait que les parties de la peau lupique traitées par la lumière autant que les bras déshabillés des infirmières montraient une légère hypertrichose, et cela est en rapport avec ce fait que les Bédouins ont de longues barbes.

Peut-être doit-on aussi à l'action de la lumière sur les vasomoteurs les effets heureux du traitement de la laryngite tuberculeuse par la lumière du soleil, selon les travaux de Sorgo (4) et de Kunwald (5).

Les symptômes de l'inflammation s'augmentent avec la quantité des rayons ultra-violets dans la lumière ; l'idée de Bernhard (6) de traiter les malades atteints de tuberculose de la peau et des formes chirurgicales

(1) *Fortschritte auf dem Gebiete der Röntgenstrahlen*, V.
(2) *Münchener medicinische Wochenschrift*, 1905, N° 35.
(3) *Handbuch der physicalischen Therapie*, I, pag. 139.
(4) *Wiener Klinische Wochenschrift*, 1905, N° 4.
(5) *Münchener medicinische Wochenschrift*, 1905.
(6) *Münchener medicinische Wochenschrift*, 1904, N° 8.

de la tuberculose par des rayons du soleil sur de hautes montagnes était très géniale. Finsen (1) lui-même a conseillé d'établir des instituts pour le traitement des malades lupiques sur des montagnes dans les pays méridionaux, parce qu'on peut y obtenir beaucoup plus de résultats à cause de la grande intensité chimique de la lumière. Il a aussi donné le conseil d'unir un institut pour le traitement du lupus vulgaire avec un institut pour le traitement des phtisiques et de travailler avec la lumière du soleil ou avec des lampes à arc voltaïque. Cette idée d'établir de tels établissements sur les montagnes est d'une grande importance pour la Grèce et l'Italie, parce que l'intensité chimique de la lumière est d'autant plus grande qu'elle n'a pas à traverser de grandes couches d'air. Plus un établissement est situé haut, plus la zone de l'atmosphère que la lumière a à traverser est mince et plus l'intensité des rayons est grande. Au surplus Schiff (2) a fait la même proposition et demandé une combinaison des hôpitaux pour les lupiques et les tuberculeux.

L'école de Finsen cherchait les sources de lumière riches en rayons bactéricides et irritants, et son idéal était une source qui ne donnât que des radiations ultra-violettes.

Selon Helmholtz, nous divisons les sources de lumière en deux sortes : dans le premier groupe la lumière est la conséquence d'un échauffement d'un corps (lumière chaude), au second groupe appartiennent les lumières froides, qui produisent la sensation de lumière à des degrés peu élevés. D'après Finsen, nous choisirons la lumière froide, par exemple les tubes de Geissler, les lampes à mercure, l'étincelle des courants à haute fréquence, les étincelles d'une machine d'induction, les lampes à fer et la lumière du magnésium.

Le traitement par la lumière concentrée des lampes à arc voltaïque, comme il est recommandé par l'école de Finsen, demande qu'on élimine les rayons calorifiques, mais il semble impossible de les éliminer tout à fait, parce que tous les rayons ont la faculté de produire de la chaleur. Finsen n'obtenait qu'un résultat relatif; il pouvait éliminer la plus grande partie des rayons calorifiques par une solution ammoniacale du sulfate de cuivre, et il ne perdait de cette manière qu'une petite partie des rayons chimiques.

Mais il n'est pas dans l'intérêt du traitement d'éliminer tous les rayons calorifiques. Andry et Krœsing (3) ont montré qu'on peut guérir des ulcérations vénériennes par des rayons calorifiques, et la

(1) *Mitteilungen aus Finsens Lichtinstitut*. III, pag. 51.
(2) *Neue freie Presse*, 15 märz 1902.
(3) *Archiv für Dermatologie*, XLIII, pag. 426.

méthode d'Hollaender (1) de l'air chaud donne des résultats heureux au traitement du lupus vulgaire et des chancres syphilitiques. Au surplus, Scholtz (2) a dénié que les rayons calorifiques qui peuvent pénétrer dans la profondeur des tissus n'aient aucune action dans le traitement de Finsen ; il soutient que les effets du traitement de Finsen dans la profondeur des tissus ne sont pas dus aux radiations chimiques, lesquelles sont absorbées à la surface de la peau, et que nous avons à attribuer ces dits effets au pouvoir bactéricide des rayons calorifiques

Au contraire, Schreiber et Krehne (3) employaient des lampes combinées, ils attribuaient l'action obtenue aux rayons ultra-violets et aux rayons d'autres qualités. Schreiber employait une lampe à mercure combinée avec une petite lampe à arc voltaïque, et il constatait que l'influence de la lampe à mercure sur les bactéries et les infusoires était neuf fois plus forte que celle de la lampe à arc voltaïque, et que la combinaison de deux lampes donnait un effet encore plus grand. Siegfried (4) travaillant avec une combinaison analogue recommandait, pour augmenter l'effet, des lampes à arc voltaïque, des charbons préparés avec un alliage de calcium, silicium ou magnésium, et qui donne une lumière riche en rayons jaunes.

Quant à l'état actuel de nos connaissances, nous trouvons dans la photothérapie trois écoles : l'école danoise, qui n'attribue d'effets qu'aux rayons ultra violets et qui tâche de construire des sources de lumière qui ont la quantité la plus grande possible de rayons ultra-violets ; l'école allemande, qui attribue aussi aux autres radiations une certaine influence et qui tâche d'atteindre son but par l'application des rayons combinés, et l'école de ceux qui tâchent de rendre la peau sensible à l'action des rayons pénétrants mais non efficaces.

Cette troisième école a maintenant le plus de partisans. Finsen a montré que le sang circulant dans la peau empêche la pénétration des rayons en absorbant les rayons chimiques ; pour cela il faisait une compression de la peau, pour éloigner le sang. Sans cette compression la lumière de Finsen n'a d'effet que sur les couches superficielles de la peau, de même la lumière venant des sources riches en rayons ultra-violets, par exemple la lumière de la lampe à fer, l'étincelle des courants à haute tension est absorbée par les parties les plus superficielles de la peau et n'est pas capable d'influencer les bactéries situées dans la profon-

(1) *Deutsche medic. Wochenschrift*, 1897, pag. 688.
(2) *Berliner Klinische Wochenschrift*, 1904, N° 18.
(3) *Dissertation Leipzig*, 1904.
(4) *Dissertation Göttingen*, 1905.

deur. La lampe à mercure dont les rayons sont presque pour la moitié des radiations ultra-violettes, n'exercent leur action qu'à la surface de la peau (Schiff) (1). La différence entre l'action sur la surface et dans la profondeur est si grand, que les rayons de la lampe à fer et des étincelles sur la surface produisent des pigmentations qui empêchent souvent l'emploi de ces sources de lumière.

Busck (2) et Jansen ont trouvé que la puissance pénétrante des rayons est réciproque à leur puissance bactéricide et à leur puissance irritante ; les radiations rouges peuvent pénétrer à une plus grande profondeur que les autres rayons. Pour cela on tâchait de trouver des méthodes qui rendent possible l'action sur les tissus des radiations qui pénètrent dans leur intérieur.

Ces expériences procèdent de la découverte de Tappeiner et Raab (3), que nous sommes capables de rendre des infusoires, par l'addition de quelques substances, sensibles aux radiations qui ne pourraient influencer ces protozoaires sans cette préparation. Cependant on n'augmente que la puissance des rayons qui sont absorbés par les substances ajoutées. Par d'autres expériences étendues, l'école de Fappeiner augmenta nos connaissances de ces substances et montra que non seulement les protozoaires, mais encore les cellules d'animaux supérieurs sont influencées d'une manière analogue. Ces expériences ont été répétées par Dreyer (4), de l'Institut Finsen, et par Halberstaedter (5).

En imitant la technique photographique, Dreyer nous a montré que nous pouvons établir la réaction lumineuse dans des tissus sensibilisés. La sensibilisation photographique peut rendre sensible des plaques en ajoutant aux couches gélatineuses des substances qui contiennent du rouge, du jaune et du vert et que nous nommons des substances sensibilisatrices Dreyer (6) préfère d'imbiber les tissus d'érythrosine pour rendre sensibles les tissus aux rayons qui ne l'auraient pas été autrement.

Maintenant nous ne pouvons sensibiliser par l'erythrosine que pour les rayons du jaune-vert jusqu'au jaune-orange ; Dreyner constatait que la réaction photodynamique s'établit dans les tissus sensibilisés par chaque source de lumière en 1/3 ou 1/4 du temps qu'exige le traitement de Finsen. Il emploie l'érythrosine en forme d'injections sous-cutanées ou en forme de touches.

(1) *Wiener Klinische Wochenschrift*, 1906, N° 12.
(2) *Mitteilungen aus Finsens Lichtinstitut*, IV.
(3) *Münchener medicinische Wochenschrift*, 1900.
(4) *Sitzungsberichte der dänischen Akademie*, 1903, april.
(5) *Deutsche medicinische Wochenschrift*, 1904.
(6) *Dermatologische Zeitschrift*, IV, Heft 10.

Les expériences de Tappeiner et Iesionek (1), qui employaient l'éosine d'une manière analogue, soit en injections sous-cutanées, soit en touches, au traitement des maladies tuberculeuses, syphylitiques et carcinomateuses de la peau, ont eu des résultats favorables Straub (2) a peut-être raison en disant que l'éosine rayonné se change en un hyperoxyde qui donne son oxygène à des corps oxydables des bactéries et des toxines.

Morton (3) tachait de réussir en provoquant une action fluorescente dans l'intérieur des tissus par l'administration interne de quinine ou de fluorescéine, et Sorrentino (4) a fait une communication intéressante que, en touchant la peau lupique par une solution d'un arséniate, nous pouvons la rendre apte à la pénétration des radiations de la lumière.

Peut-être trouverons-nous des méthodes qui empêcheront l'absorption des rayons ultra-violets par les couches superficielles de la peau et qui permettront aussi à ces radiations de pénétrer dans la profondeur des tissus ; pour le moment nous sommes forcés de chercher des source de lumière qui ne donnent pas les rayons ultra-violets extrêmes, mais qui soient riches en rayons ultra-violets attenant aux rayons violets et qui pénètrent, selon les expériences de Bang (5), beaucoup mieux dans la profondeur. La lumière des lampes à fer ne remplit pas ce but et nous savons aujourd'hui que cette qualité de radiations ne sert qu'à la thérapie desquamante et qu'à la préparation de la peau pour le traitement de Finsen, afin que les radiations de Finsen puissent pénétrer un peu plus (Strebel) (6). Les lampes à mercure ont les mêmes avantages et les mêmes inconvénients ; leurs radiations calorifiques ne sont pas très nombreuses, leur action irritante et leur action bactéricide sont assez fortes, mais leur puissance pénétrante est faible et les rend presque impropres au traitement des maladies situées dans l'intérieur des tissus ; il est vrai que Kromayer (7) prétend que les lampes à mercure construites par lui ont une puissance plus pénétrante que les lampes de Finsen.

D'autres progrès dans la thérapie ultra-violette sont rendu possibles par la concentration de la lumière ultra-violette. Strebel a montré que la lumière ultra-violette concentrée pénétrait beaucoup mieux que la lumière ultra-violette non concentrée et qu'il était impossible d'employer des

(1) *Münchener medicinische Wochenschrift*, 1903, N° 47.
(2) *Münchener medicinische Wochenschrift*, 1904, N° 25.
(3) *Journal of the Amerc. med. Association*, 1905, april.
(4) *Giornale ital. delle malatti veneree e della pelle*, 1906, Heft 1.
(5) *Mitteilungen aus Finsens Lichtinstitut*, III.
(6) *Wiener medicinische Presse*, 1905, N° 42.
(7) *Deutsche medicinische Wochenschrift*, 1906, N° 10.

loupes de cristal pour la concentration, parce qu'il est nécessaire de travailler à quelque distance de la source de lumière : Strebel recommandait le magnésium pour la production de la lumière ultra-violette.

Il y a encore d'autres sources des rayons ultra-violets dont la puissance pénétrante nous est inconnue, par exemple les étincelles de grandes machines statiques et les appareils à haute tension.

Strebel (1) a essayé d'introduire la photothérapie dans l'ophthalmologie; d'après des expériences qu'il a faites sur des animaux avec V. Ammon, il recommandait les rayons ultra-violets dans le traitement des ulcérations de la cornée et des différentes conjonctivites. Nous croyons que le trachome et l'hordéole se trouvent très bien du traitement ultra-violet. Strebel (2) a rendu un grand service à la thérapie en construisant des appareils pour l'emploi de la photothérapie dans des cavités du corps; les blennorrhées chroniques uréthrale et cervicale sont traitées par la lumière produite dans l'intérieur avec un tube actionné par des courants alternatifs; on appelle cette lumière *Vacuumlicht* ou *Glimmlicht;* elle produit déjà après une seule séance de 40 minutes une irritation photodynamique de la muqueuse qui disparaît après quelques jours et que l'on peut provoquer plusieurs fois jusqu'à ce que tous les symptômes de la maladie aient disparus. Pour le traitement de l'uréthrite aigüe il recommande (3) l'étincelle d'une machine de Ruhmkorff. Pour le traitement des maladies chroniques de la cavité buccale (pharyngite, leucoplasie, fissures, etc.) il a construit (4) une lampe à double arc voltaïque, qui est capable de provoquer une hyperhémie et une inflammation, une destruction de la couche épithéliale de la muqueuse et sa desquamation et qui conduit à la résorption des corps granulés et des parties indurées.

Nous ne connaissons pas encore exactement les effets des rayons ultra-violets: l'action sur les plaques photographiques et les autres actions chimiques — la formation des H^2O^2 et le détachement de l'O — ne sont pas les seules. Lenard montrait que les gaz rayonnés par des radiations ultra-violettes s'ionisent et exercent une action dispersante sur des corps solides, et, selon les expériences de Halbwachs, ces radiations déchargent des métaux chargés d'électricité. Sûrement elles ont des effets qui ne s'unissent pas avec les actions chimiques et qui sont spécifiques, parce que nous ne les voyons pas chez les autres radiations.

D'ailleurs nous savons aujourd'hui que les effets chimiques ne sont pas seulement une propriété des rayons ultra-violets, mais encore des

(1) *Klinisch-Therapeutische Wochenschrift*, 1904, N° 45.
(2) *Dermatologische Zeitschrift*, XI, pag. 77.
(3) *Dermatologische Zeitschrift*, XII, pag. 793.
(4) *Archiv für Laryngologie*, XIV.

rayons rouges et infra-rouges, bien qu'à un moindre degré, et que certaines radiations jaunes et jaunes-vertes ont des qualités spéciales. Les expériences des botanistes montrent que les différentes radiations ont une importance différente pour la vie des plantes. Selon Sachs, les radiations rouges et infra-rouges sont indispensables à la vie des plantes ; les rayons jaunes et les rayons qui touchent le jaune servent à la nutrition en décomposant l'O dans la chlorophylle et en formant la substance organique. Les radiations bleues et violettes donnent l'irritation à la locomotion et les radiations ultra-violettes forment les substances fondamentales des feuilles vertes.

La combinaison de certaines catégories de rayons nous semble une meilleure pratique que les efforts d'appliquer des radiations uniques, et partant de cette idée, nous croyons que l'emploi des lampes avec des charbons chargés, lesquelles nous nommons ***Effecthogenlampen*** et qui sont les intermédiaires entre les radiations chaudes (***Temperaturstrahlung***) et les vapeurs colorées brillantes (***Luminescenzlicht***) est important pour la thérapie.

La combinaison de différentes radiations constitue la chromothérapie, à qui nous pouvons attribuer quelques sûrs effets curatifs; on l'appelle la photothérapie négative, parce qu'elle veut exclure absolument ces radiations qui sont les bases de la photothérapie positive de Finsen. A cette photothérapie négative appartient l'emploi de la lumière rouge au traitement de la variole, de la rougeole, de la scarlatine, de l'érisypèle et du noma.

Selon les expériences de Finsen et de Dreyer (1), il nous semble que l'action de la lumière rouge ne peut pas être attribuée aux radiations calorifiques et que nous avons affaire à d'autres qualités spécifiques de ces radiations qui ont traversé le filtre rouge. Chatinière (2) suppose que la lumière rouge augmente la résistance des tissus contre l'infection.

Les travaux de Finsen (3) sur le traitement de la variole, de Thymann (4) et de Birkerod (5) sur le traitement de la scarlatine, de Chatinière et de Backmann (6) sur le traitement de la rougeole, de Krukenberg (7) sur le traitement de l'érysipèle et de Sokolow et de

(1) ***Mitteilungen aus Finsens Lichtinstitut***, III, p. 72.
(2) ***Presse médicale*** 1898, N° 75.
(3) ***Mitteilungen aus Finsens Lichtinstitut***, III, p. 112.
(4) ***Hospitalstidende***, 1895, p. 270.
(5) *Ugeskrift for Läger*, 1894.
(6) ***Finska täkarezellshapet handliagar***, 1898, p. 486.
(7) ***Rev. internat. de thérapie physique***, 1902.

Motschan (1) sur le traitement du noma par la lumière rouge, ne nous laissent pas douter que nous n'ayons affaire à une action spécifique de la lumière qui n'est pas encore expliquée.

Veiel (2) traitait, il y a vingt ans, un eczéma solaire qui récidivait toujours, par des voiles rouges, et Winternitz (3) traitait des eczémas par la lumière du soleil, en couvrant les parties atteintes par des draps rouges. Unna (4) recommandait le traitement de la dermatose chronique actinique, du xéroderma pigmentosum, par la lumière rouge et jaune, en montrant qu'une amélioration se produisait si les malades employaient des vernis colorés et s'ils restaient dans des chambres avec des fenêtres rouges et jaunes. De la même idée ressort la thérapie des éphelides, de l'eczéma séborrhéique et de la rosacée séborrhéique, puisque Unna les traite par des onguents chargés de cinabre rouge.

Les médecins russes (5) emploient maintenant beaucoup la lumière bleue; ils ont vu des effets favorables au traitement de l'eczéma et des dermatoses superficielles, des névralgies et du rhumatisme. Ils aiment à se servir de la lampe de Minin; c'est une lampe bleue d'incandescence avec un réflecteur de packfond. Mais son effet n'appartient pas à la sphère de la photothérapie, parce qu'il s'agit des radiations calorifiques.

Cependant Kaiser (6) a indiqué une vraie méthode de photothérapie bleue, en se servant de la lampe à arc voltaïque et d'un appareil qui ne laisse passer que les radiations bleues; par cette méthode il a eu des résultats heureux dans le traitement d'affections tuberculeuses de la peau et des os.

En résumé, nous voyons que le génial danois Finsen se trouve à la tête des expérimentateurs qui ont établi l'état actuel de nos connaissances en photothérapie; c'était un homme à grandes idées qui savait vaincre les plus forts obstacles dans ses travaux. En nous appuyant sur ses résultats expérimentaux nous devons continuer son travail et tâcher d'arriver à une méthode de photothérapie qui nous permette d'abréger la durée du traitement de Finsen. Il nous semble cependant impossible de poursuivre ces recherches dès aujourd'hui : il ne sert à rien de chercher de nouvelles sources de lumière; il nous faut préparer les tissus d'une

(1) *Arch. für Kinderheilkunde*, 1905, pag. 241.
(2) *Vierteljahrschrift für Dermatologie*, 1887, pag. 1114.
(3) *Blätter für Klinische Hydrotherapie*, 1900.
(4) *Lehrbuch der allgemeinen Therapie*, III, pag. 783.
(5) *Russische medicinische Rundschau*, 1906, N° 4.
(6) *Wiener Klinische Rundschau*, 1903, N° 16.

telle manière que les radiations puissent produire leurs effets physiologiques. Les radiations n'opèrent que dans des tissus riches en oxygène, notre plus proche devoir sera de chercher des méthodes qui enrichissent les tissus en oxygène. Peut-être réussirons-nous par la voie de l'hyperhémie active ou passive; certainement nous avons vu déjà que nos tentatives d'enrichir les tissus en oxygène par des inhalations *d'amylnitrite* et d'exposer les tissus ainsi préparés à la lumière, étaient très encourageants.

PREMIÈRE JOURNÉE

MERCREDI 5 SEPTEMBRE 1906

Séance du matin.

Présidence de M. le Professeur GOLGI

Séance d'inauguration, sous la présidence de M. le Professeur Golgi, Sénateur du royaume d'Italie, entouré de MM. le Professeur *Doumer*, Secrétaire général du Comité directeur international; le Professeur *Camillo Bozzolo*. Président effectif du Comité local; le Professeur *Menozzi*, Assesseur d'hygiène, Représentant de la municipalité de Milan; le Professeur *Mangianti*, Médecin principal, Directeur du service de santé militaire.

M. le Professeur *Bozzolo* ouvre le Congrès en prononçant le discours que l'on a pu lire page 13.

Puis, M. le Professeur *Menozzi* souhaite la bienvenue, au nom de la Ville de Milan, aux membres du Congrès.

Ensuite, M. le Professeur *Doumer*, au nom de la Commission internationale, prononce le discours que l'on trouvera page 22.

On passe enfin à la constitution du Bureau.

On approuve à l'unanimité la proposition de M. le Professeur *Schiff*, de maintenir le Comité d'organisation comme bureau du Congrès, et de nommer comme Présidents de séance :

MM. *Oudin* (France);
Libotte (Belgique);
Wertheim-Salomonson (Pays-Bas);
Mann (Allemagne);
Schiff (Autriche);
Schatzky (Russie);
Cirera Salse (Espagne).

MM. les Professeurs *Doumer* et *Bozzolo* envoient à l'illustre Professeur *Röntgen* la dépêche suivante :

« Le *Troisième Congrès d'Electrologie et de Radiologie*, réuni à » Milan, adresse, à l'issue de ses travaux, au Professeur Röntgen, » l'hommage de son admiration et de son respect. »

COMMUNICATIONS DIVERSES

Sur la diversité des syndromes électriques de la paralysie faciale.

(Paralysie faciale périphérique grave sans syndrome de dégénérescence et présentant de l'hyperexcitabilité électrique[1].

Par MM. CLUZET et SIROL (de Toulouse)

A la suite de M. Babinski, qui avait récemment publié deux cas de paralysie faciale périphérique avec exagération de l'excitabilité électrique, les auteurs rapportent une nouvelle observation analogue, chez un enfant de 4 ans 1/2, à la suite d'une maladie infectieuse. Chez cette petite malade, dont tout le côté gauche de la face est flasque, sans strabisme concomitant, ni paralysie des membres du côté opposé, l'excitabilité galvanique, l'excitabilité faradique, l'excitabilité sous l'action de la décharge des condensateurs, et même sous les excitations mécaniques, sont toutes manifestement exagérées.

L'absence de syndrome de dégénérescence prouve que la cause de la paralysie n'a pas agi assez profondément pour altérer la fibre nerveuse elle-même. L'hypothèse d'une compression pas plus que celle d'une congestion ne semblent satisfaisantes.

Les auteurs pensent préférable d'admettre à l'avenir une certaine diversité dans les syndromes électriques de la paralysie faciale, et de ne pas considérer le syndrome de dégénérescence comme absolument de règle dans cette affection. Il semble que le syndrome électrique doit varier avec la nature et le degré de la lésion.

Il est permis aussi de se demander si le même syndrome électrique se retrouvant dans des affections cliniquement très différentes, correspond toujours à des lésions semblables : il en est sans doute ainsi pour le syndrome de dégénérescence, mais le fait est plus douteux pour l'hyperexcitabilité électrique. Il faut malheureusement, dans cet ordre d'idées, rester encore dans le domaine des hypothèses.

(Communication in extenso, *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, T. X, 1907, p. 21-26).

Séance de l'après-midi.

Présidence de M. le Professeur BOZZOLO

Sur l'excitabilité des différents muscles

Par Melle IOTEYKO, Chef de laboratoire à l'Université de Bruxelles.

Rapport présenté et résumé par le Dr J. CLUZET
(que l'on trouvera p. 31).

La loi d'excitation des nerfs.

Rapport de M. le Dr J. CLUZET,
Agrégé des Facultés de Médecine de Toulouse.
(Dont on trouvera le texte page 130).

L'avenir de la méthode des décharges en électro-médecine, dans son rapport avec mes expériences cliniques (1899-1906).

Par M. J. ZANIETOWSKI, de Cracovie.

L'avenir de l'électrodiagnostic se base sur l'emploi de fermetures brèves, mesurées de façon précise, qui n'influencent pas l'excitabilité du nerf au point de vue des variations électrotoniques et des changements de la résistance ; c'est la méthode des condensateurs qui remplit le mieux ces desiderata. Le condensateur employé sera celui qui utilise le minimum d'énergie, qui se rapproche de la capacité du corps et qui influence très peu les variations de la résistance et de l'excitabilité (un microfarad ou un demi-microfarad).

Ayant rappelé ses nombreux travaux sur les condensateurs, sur la capacité des différentes parties du corps humain, sur les rapports entre la capacité optimale de l'excitant et la capacité du corps excité, l'auteur propose un projet de systématisation de la méthode des décharges, basé non sur des considérations empiriques, mais sur des données mathématiques. Il émet ensuite le vœu que le praticien note exactement dans l'avenir toutes les conditions de ses expériences cliniques, en évitant les expressions vagues et en les remplaçant par des données numériques précises, en se gardant des confusions trop fréquentes entre l'excitabilité

du tissu excité, la valeur de l'excitant, et la loi de l'excitation ; les données théoriques de l'électrobiologie doivent être la base fondamentale de la pratique de l'électrodiagnostic.

(Communication in extenso *in Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, tome X, p. 27-35).

DISCUSSION

M. MANN (Breslau). — Il est certain que les essais avec la capacité d'un microfarad, bien qu'elle ne corresponde pas à l'optimum théorique, donne pourtant des résultats suffisamment exacts pour les besoins cliniques. En tout cas, on reussit, par cette méthode mieux qu'avec aucun autre des moyens électriques. On peut, de même dans certaines névroses fonctionnelles, constater une augmentation de l'excitabilité des nerfs, ainsi que je l'ai démontré par de nombreux faits. Pour aboutir a un résultat dans la pratique de l'électrodiagnostic, il me semble nécessaire d'être fixé sur la grandeur des condensateurs employés, et je suis d'avis que la grandeur mentionnée plus haut, d'un microfarad, est tout à fait recommandable. On a admis que l'emploi des petits condensateurs, au point de vue théorique, est aussi suffisant et plus exact, mais l'expérience démontre que, étant donné la complication des processus de l'excitation dans le corps humain, qui peuvent être source d'erreur, la méthode préconisée est, sous tous rapports, suffisamment exacte.

M. WERTHEIM-SALOMONSON. — Je préférerais qu'on ne fixe pas à ce Congrès une capacité à employer dans les expériences cliniques, et surtout que le microfarad ne soit pas pris comme cette unité. D'abord on exclut la possibilité de déterminer les coefficients de Hoorweg et Cluzet. Ensuite. les décharges faradiques données ordinairement par les appareils faradiques usuels sont des décharges absolument comparables en intensité, durée, etc., à des décharges d'un condensateur d'un ordre de 0,1 microfarad. J'ai traité cette question aussi complètement que possible dans mon rapport sur la mesure des courants faradiques.

M. CLUZET. — Je suis de l'avis de M. Wertheim-Salomonson, et je crois qu'il vaut mieux, quand on le peut, employer des condensateurs de faible capacité. Les décharges de quelques dixièmes de microfarad et, à plus forte raison de 1 microfarad, sont trop étalées, elles ressemblent trop à un courant continu pour pouvoir compléter celui-ci dans la détermination des coefficients *a* et *b*. D'autre part, je reconnais, avec M. Zanietowski, qu'il serait incommode d'employer de très faibles capacités, Mais 0,01 microfarad permet toujours de déterminer le seuil ; 80 a 90 volts suffisent dans tous les cas, et l'on a ce voltage à sa disposition en général.

M. D'ARMAN. — L'immense différence qu'on voudrait trouver entre courant faradique, décharge de condensateurs et courant galvanique n'existe point physiquement : ce sont des nuances. Et l'on pourrait trouver une mesure commune, par exemple dans l'intensité ou dans le potentiel (voltage) aux électrodes.

M. ZANIETOWSKI. — Il y a un certain malentendu dans la polémique des auteurs. Je n'ai jamais voulu introduire telle capacité ou telle autre comme mesure absolue, et mes chiffres cliniques antérieurs contribuent, au contraire, strictement, à l'établissement des résultats des lois récentes de l'excitation, en

tâchant même d'élargir le chapitre d'un nouveau procédé d'électrodiagnostic, fondé sur les variations de la résistance spécifique. Je soutiens seulement, en réponse aux nombreuses questions qui me sont adressées, que, pour le moment actuel, il faut employer en théorie un condensateur optimal, rapproché de la capacité des tissus excités, et en pratique le plus souvent un condensateur d'un microfarad ou d'un demi-microfarad, et qu'il faut enfin comparer le courant constant avec *une* décharge optimale ou bien deux décharges différentes de mon appareil clinique, pour se rendre compte des coefficients de l'excitation.

De la conductibilité électrique de la paume de la main et de la plante du pied, et des indications que l'on peut en tirer dans l'électrodiagnostic.

Par M. DOMINICO D'ARMAN (Venise).

Si l'on place dans la paume de la main ou sur la plante du pied deux électrodes reliées à une batterie, on constate que, contrairement à ce qui se passe pour les autres régions du corps, l'intensité du courant diminue. Avec des différences de potentiel basses ou moyennes tout au moins, la règle est que, à la paume de la main et à la plante du pied, la résistance, au lieu de diminuer, augmente après une certaine durée du passage du courant.

Le phénomène s'observe même dans les cas où l'un des pôles seul est appliqué sur la paume de la main, l'autre étant placé sur une autre région, le dos de la main par exemple. La variation de la résistance observée est indépendante de la solution qui baigne les électrodes.

En application de ces faits, lorsque l'on veut étudier l'excitabilité des nerfs et des muscles, et qu'il est nécessaire, par conséquent, d'avoir une résistance aussi peu variable que possible, il est possible de tirer les considérations suivantes :

Il faut se garder d'appliquer l'électrode indifférente au sternum ou à l'hypogastre, où la résistance subit une diminution assez grande pendant le passage du courant ; par contre, la résistance, dans les cas où l'on emploie comme électrode indifférente un manuluve ou un pédiluve, paraît, d'après les expériences de l'auteur, beaucoup plus constante. En effet, puisque la résistance cutanée au dos de la main ou au dos du pied diminue avec le passage du courant, tandis qu'elle varie en sens inverse à la paume de la main et à la plante du pied, il sera possible, en élevant ou en abaissant, suivant les cas, le niveau du liquide, d'obtenir une résistance totale sensiblement constante.

(Communication in extenso *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, tome X, 1907, p. 741-750).



Sur l'action des Rayons Röntgen dans l'épilepsie.

Par M. J. PESCI (de Gênes).

L'auteur a observé le cas d'un jeune homme de 16 ans, atteint d'épilepsie jacksonienne et soumis, *par hasard,* à l'action des rayons X et des courants de haute fréquence, en vue de recherches sur la circulation cérébrale ; les accès épileptiques ayant complètement disparu, il a eu l'idée d'appliquer la méthode à un autre cas.

Chez un homme de 42 ans, syphilitique, souffrant depuis plusieurs années de crises épileptiques très fréquentes et très graves, sans rapports avec la syphilis, le traitement radiothérapique fut entrepris sous la forme d'applications de 10 minutes de durée, répétées tous les deux jours, alternativement sur les 2 temporaux et sur l'occipital.

Les résultats se manifestèrent très rapidement par une diminution très marquée *de l'intensité,* mais *non de la fréquence* des crises : de plus si le traitement était interrompu, les phénomènes primitifs reparaissaient avec toute leur acuité.

L'auteur conclut de cette observation que les rayons X n'ont pas une action élective sur l'épilepsie ; leur action se manifeste plutot sur l'intensité des accès que sur leur fréquence et elle n'est en outre pas durable. La radiothérapie ne peut, par suite, rendre de services dans l'épilepsie que comme traitement symptomatique ou comme adjuvant des autres modes de traitement.

(Communication in extenso. *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, T. XII, 1909).

DISCUSSION

M. D'Arman. — Par l'application du courant descendant spinal et descendant cérébral dans les cas d'épilepsie, les accès diminués de nombre et d'intensité pendant le traitement, augmentent ensuite d'intensité et de fréquence.

Cela m'est arrivé dans l'épilepsie, même dans le cas d'administration des bromures, et dans la migraine avec l'antipyrine et la phénacétine.

M. Ghirelli. — Je confirme les expériences du Dr Pesci à l'égard de la cessation des accès épileptiques durant l'application des rayons X. Mais j'ai remarqué aussi une accentuation de ces accès pendant les périodes de repos. Pour ce qui touche à l'action analgésique des rayons X, je puis la confirmer d'une manière absolue dans les névralgies et surtout dans les douleurs lancinantes des tabétiques.

M. de Keating-Hart. — Notre confrère a-t-il déterminé la quantité des rayons X employés ? et ces applications ont-elles produit des épilations ?

M. Valobra croit que l'action des rayons de Rœntgen sur les maladies du système nerveux est certaine en ce qui concerne leur action analgésique périphérique. Mais pour ce qui concerne l'action des rayons dans les maladies des

organes internes, il est très sceptique, et il doute beaucoup qu'il ne s'agisse souvent d'une action suggestive. En effet, ses expériences cliniques ont été toujours négatives.

D'autre part, il a pratiqué une série d'expériences sur des cadavres frais, en introduisant nne pastille de Sabouraud ou une petite ampoule de réactif de Freund dans l'intérieur de la colonne cervicale ou du crâne, et il a observé que le réactif était influencé d'une façon presque nulle, tandis qu'en introduisant le réactif dans l'intérieur d'une grosse rate pseudoleucémique, il virait très rapidement. Il croit que les os ont une trop grande opacité et que les rayons arrivent au système nerveux central très amoindris et affaiblis. Cela particulièrement au niveau de la colonne cervicale, où les lames vertébrales formées par des os compacts sont encore disposées les unes sur les sutres.

La faradisation générale comme spécifique de la chorée de Sydenham.

Par M. Francisco XERCAVINS (de Barcelone).

L'auteur s'est basé, dans ce travail, sur une statistique personnelle de 100 cas. Il ne considère pas la chorée comme une maladie héréditaire, ni comme une affection en rapport avec le rhumatisme, les cardiopathies, ni aucune maladie infectieuse. Il admet un substratum anatomique dans les zones rolandiques du cerveau, sous forme de légères altérations ayant pour causes des impressions morales ou physiques chez des organismes affaiblis. Les symptômes relèveraient plutôt de l'asthénie que d'un état hyperkinésique.

Les traitements ordinaires essayés, y compris l'arsenic, n'avaient donné que des résultats fort peu encourageants. Personnellement, l'auteur préconise la faradisation avec bobine à gros fil, pôle positif sur les 4 extrémités, pôle négatif sur la nuque ; une séance par jour, pendant 25 à 30 minutes.

Avec ce traitement, la guérison a été obtenue d'ordinaire en 20 ou 25 séances, que l'affection soit récente ou ancienne, que ce soit une attaque primitive ou bien une récidive, qu'il s'agisse de jeunes gens ou d'adultes. L'état psychique s'améliore le premier, puis les mouvements généraux vont en diminuant : vient enfin la réapparition de la force musculaire.

(Communication in extenso, *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, T. XI, 1908, pages 446-450).

Sur l'importance de l'effluve de haute fréquence comme moyen de diagnostic de quelques maladies.

Par M. Gustave O'FARRIL (de Puébla).

Après l'exposition de sa technique, l'auteur expose les procédés d'exploration des organes superficiels ou profonds par l'effluve de haute fréquence.

Pour la peau, il se rend un compte exact de sa sensibilité de la façon la plus aisée, la distance des téguments à la brosse étant mesurable et comparable à celle qu'on a chez l'individu sain. L'effluve permet aussi d'explorer la sensibilité musculaire et même celle d'organes tels que le cœur, les poumons, le cerveau, les méninges. Les os superficiels, tibia et clavicule, sont très sensibles à l'effluve.

L'utilité de l'exploration des muscles se révèle dans les paralysies et les affections des organes contractiles, comme l'estomac et l'intestin : leur excitabilité est souvent altérée, leur contraction plus douloureuse.

La rate paludique est douloureuse à l'effluve, ainsi que les abcès en voie de formation, beaucoup d'affections des os. En résumé, tous les points où siège une inflammation, même latente peuvent se révéler par des sensations douloureuses au moment des applications.

(Mémoire in extenso in *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, tome X, 1907, p. 540-543).

Observation d'un cas intéressant de tumeur blanche du genou.

Technique et résultats du traitement électrique par la galvanisation sinusoïdale et la faradisation.

Par MM. A. et P. BELLEMANIÈRE (de Paris).

Il s'agit d'un enfant de 14 ans, atteint depuis l'âge de 4 ans, à la suite d'une chute, d'une tumeur blanche du genou droit, et traité sans succès par les méthodes classiques. Au moment où le malade est soumis au traitement électrique, il présente une ankylose incomplète non osseuse, une élongation du membre due exclusivement à l'écartement des surfaces articulaires : le cas, en un mot, semblerait commander pour un chirurgien une résection du genou, sinon une amputation. Il existe de l'atrophie musculaire marquée.

Les auteurs ont employé d'abord un traitement général, par le bain à 4 cellules, galvanisation ascendante de 15 mA pendant 15 minutes, puis voltaïsation sinusoïdale de 5 mA pendant 5 minutes, enfin faradisation avec bobine à gros fil.

Ils ont appliqué, comme traitement local, la galvanisation monopo-

laire, avec, une fois par semaine, électrolyse de salicylate de soude, et la faradisation successive des muscles, en tenant compte du seuil d'excitation noté lors de l'examen de dégénérescence.

Le traitement étant commencé le 5 août, l'élongation du membre diminue d'abord, et parallèlement mais plus lentement, l'ankylose rétrocède et la flexion du genou s'accentue de plus en plus. L'atrophie musculaire a été très modifiée. Au moment où les auteurs ont fait leur communication, la guérison était presque complète, l'ankylose impossible à soupçonner, et l'état général était aussi satisfaisant que l'état local.

(Mémoire in extenso : *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, T. X, 1907, p. 145-151).

DISCUSSION

M. Schatzky. — Il croit, dans ce cas, à l'action bienfaisante du courant continu.

M. Doumer. — Je ne crois pas que l'on doive attribuer spécialement au courant continu les beaux résultats obtenus par M. Bellemanière, comme le pense M. Schatzky. Pour moi, on peut avoir des résultats très intéressants avec toute autre forme de l'énergie électrique.

M. de Keating-Hart. — Je partage particulièrement l'avis de M. Doumer au sujet des courants de haute fréquence, d'autant plus que je considère le courant continu comme dangereux quand la tuberculose n'est pas absolument guérie. Dans un cas de tuberculose osseuse, supposée guérie, où j'ai été appelé à soigner l'atrophie musculaire consécutive, j'ai vu le mal antérieur se réveiller, le gonflement et la douleur reparaître. Je m'associe donc pleinement aux paroles de prudence prononcées par M. Bellemanière, qui nous dit avoir tâté délicatement le malade avant de le lancer dans le traitement énergique qu'il nous a décrit.

M. Bonnefoy. — A l'appui de ce qu'a dit M. le professeur Doumer sur le traitement des tuberculoses chirurgicales, je me permets de rappeler une observation de tuberculose aux testicules que j'ai publiée, il y a quelques mois, dans les *Archives d'Electrothérapie.*

Il s'agit d'un jeune homme de 26 ans, qui devait être opéré par un chirurgien de Genève, mais qui avait été envoyé pour passer l'hiver à Cannes, en raison de l'état très défectueux de sa santé. Le Docteur Dieteclin me l'a amené pour essayer l'action des effluves de haute fréquence. Les testicules étaient gros, bosselés, et l'un d'eux était le siège de deux fistules. Dès les premières séances, j'ai obtenu une amélioration considérable et, après une quarantaine de séances, faites dans l'espace de deux mois, les fistules étaient taries, les testicules revenus à leur volume normal ; il restait seulement une induration de l'épididyme du testicule qui avait été le siège des fistules. Il y a trois ans de cela. J'ai eu, de temps en temps, des nouvelles du malade, et, il y a quelques mois, il m'écrivait qu'il ne restait aucune trace de son ancienne maladie et qu'il s'était livré, pendant l'hiver écoulé, à des exercices violents de sky, d'escrime, d'équitation, etc., sans en avoir éprouvé le moindre inconvénient.

M. Libotte. — Dans les affections articulaires, il y a atrophie musculaire. J'en conclus qu'il faut varier les modalités. Le courant continu agit sur la fibre musculaire.

Il agit particulièrement sur la partie sarcoplasmatique. Lorsque nous inter-



rompons ou renversons le courant nous agissons surtout sur l'élément strié, donc sur ses fonctions le courant sinusoïdal agit comme le courant continu variable. Dans les suites d'arthrites, il y a à côté des douleurs articulaires, celles qui dérivent de l'atrophie. Nous ne devons donc pas négliger le traitement de celle-ci et songer aux courants continus variables interrompus ou renversés comme complément du traitement fontamental adopté.

M. Bellemanière. (Réponse). — Je reconnais d'autant plus volontiers, avec M. le Professeur Doumer et M. le Dr Bonnefoy, que l'effluve de haute fréquence est efficace dans le traitement de certaines tuberculoses locales, que j'en ai moi-même obtenu d'excellents résultats à différentes reprises.

Mais je me permettrai de leur faire remarquer que, chez ce malade, j'avais à combattre non l'affection tuberculeuse elle-même, mais, ce qui est tout différent, les lésions et l'impotence fonctionnelle qui en résultaient après dix années de traitement chirurgical, à savoir : l'atrophie musculaire, l'ankylose et l'élongation du membre. Les effluves de haute fréquence n'avaient donc pas ici leur indication. J'ajoute, toutefois, que si au cours du traitement j'avais eu la moindre crainte de voir se réveiller l'affection primitive, je n'aurais pas manqué d'avoir recours aux effluves de haute fréquence et je suis convaincu que tout serait rentré dans l'ordre.

Mais sauf, au début du traitement, une légère réaction inflammatoire, d'ailleurs vite disparue, rien de semblable ne s'est produit.

Je vois, d'autre part, avec plaisir M. le Professeur Schatzky partager mon sentiment au sujet de l'opportunité de la galvanisation dans ce cas. Ses travaux impôrtants sur ce sujet donnent une grande valeur à son opinion; mais il me permettra de persister à penser que je devais en outre faire appel à la voltaïsation sinusoïdale. Si, en effet, la galvanisation a exercé sur les tissus pathologiques que j'avais à faire disparaître une action modificatrice, il me fallait en outre favoriser la résorption des déchets obtenus, et, dans ce but, ainsi qu'il résulte des remarquables travaux de M. D'Arsonval, rien ne pouvait être mieux indiqué que la voltaïsation sinusoïdale.

J'ai d'ailleurs quelque expérience de cette technique, et chaque fois que je l'ai appliquée, les résultats ont été plus rapides et plus complets que par l'emploi exclusif de la galvanisation.

De l'électricité dans le béri-béri.

Par M. E. XAVIER, de Saint-Paul (Brésil).

Influence du sens du courant dans la galvanisation cérébrale et spinale.

Par M. Giovanni LIBERTINI (de Naples).

On admet généralement, dans la technique de la galvanisation des centres nerveux, que les courants descendants possèdent une action déprimante et sédative et les courants ascendants une action excitante. On a voulu tirer de ces données des applications thérapeutiques M. Libertini a pensé

utile d'étudier l'action que le courant galvanique exerce sur la période latente de réaction dans le cas d'application aux centres nerveux, et de rechercher quelle influence pourrait avoir le changement de direction sur le temps de réaction lui-même.

Il s'est servi, pour cela, d'appareils spéciaux, enregistrant simultanément le moment de l'excitation, celui de la réaction motrice et les vibrations d'un diapason électrique. Il a soumis à ses expériences huit sujets normaux et huit malades (hystériques en général). Les résultats obtenus ont quelques rapports avec ceux que *Schnyder* a obtenus dans ses recherches sur l'influence de la galvanisation cérébrale, sur la résistance à la fatigue et sur la production du travail.

De ses expériences personnelles, l'auteur conclut :

1° Que le cerveau subit rapidement l'action du courant continu qui le traverse et qu'il y répond par une augmentation très appréciable du temps de réaction ;

2° Que le sens du courant n'a aucune influence sur la période latente et que l'action, dans la galvanisation cérébrale, est la même pour le courant ascendant et pour le courant descendant.

3° Que la galvanisation médullaire donne aussi un retard de la réaction, mais moins accusé ; et qu'ici non plus, le sens du courant n'a pas d'action particulière ;

4° Que les résultats cliniques relatifs au sens du courant employé sont en parfaite concordance avec les faits expérimentaux.

Mémoire in extenso in *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, T. X., 1907, p. 261-269.

Sur l'action exercée par les rayons de Röntgen sur le système nerveux central.

Par M. CHARLES COLOMBO (de Rome).

L'action des rayons de Rœntgen sur le système nerveux a été constatée déjà par nombre d'auteurs; mais cette action n'est pas seulement funeste et dangereuse, car il semble que, dans certains cas, on peut tirer des irradiations des résultats thérapeutiques intéressants. M. Colombo rapporte une observation qui paraît venir à l'appui de cette dernière affirmation.

Une femme de 36 ans présentait tous les signes de l'hystérie; à la suite d'une phlébite aigue, elle avait eu une infiltration œdémateuse profonde de l'une des jambes avec paquets variqueux et vastes ulcères.

L'auteur consulté pour ces ulcérations essaya les rayons X, dans le

but d'exciter la cicatrisation et aussi de calmer les douleurs. Les séances furent faites selon la méthode des doses fractionnées.

Le traitement avait amené d'abord une amélioration locale très nette, lorsqu'il se produisit de fortes convulsions hystériques avec agitation nerveuse indescriptible. La radiothérapie, arrêtée quelques jours, fut reprise, et les mêmes phénomènes se produisirent plus violents. Puis, à la suite de nouvelles suspensions et reprises des applications, des douleurs atroces se manifestèrent par tout le corps, avec agitation et insomnie. L'arrêt des irradiations amena peu à peu la sédation.

L'auteur n'hésite pas à mettre sur le compte des rayons X les phénomènes observés dans ce cas, bien qu'ils fussent appliqués dans une région très éloignée des centres nerveux. Il admet que les applications de rayons X n'ont été qu'une cause occasionnelle ayant suscité, par voix réflexe, des phénomènes nerveux chez un individu prédisposé.

(Mémoire in extenso : *Annales d'Electrobiologie*, t. IX, Juin 1906, p 408-416).

Quelques données concernant la nature des ions et des molécules.

Par M. SCHATZKY (de Moscou).

L'auteur, se basant sur quelques expériences simples, émet l'opinion que la théorie moderne de l'électrolyse n'est peut-être pas à l'abri de tout reproche. La théorie de Grothus, celle de Clausius, qui la modifie, n'expliquent pas tous les faits expérimentaux, pas plus que celle d'Helmoltz. Ainsi, si l'on électrolyse une solution de nitrate d'argent, il se dépose à la cathode des ions d'argent et à l'anode des cristaux noirs, ramifiés, d'oxyde d'argent, ce dernier fait étant en contradiction avec les diverses hypothèses émises sur l'électrolyse.

On peut, selon Schatzky, admettre que, sous l'influence du courant, il nait, entre l'argent et l'oxygène, de nouvelles forces d'attraction agissant plus puissamment que la différence des potentiels.

Dans une autre expérience portant sur l'électrolyse de l'iodure de potassium et dans laquelle l'iode ne se dégage jamais à l'électrode positive, il vient à cette idée que l'ion iode, outre sa charge positive qui l'entraîne vers le pôle positif, contient encore une charge d'une autre nature qui l'attire vers un autre ion de même nature chimique et électrolytique.

Malheureusement, la nature véritable des ions est encore totalement inconnue, et alors que les uns les regardent comme des particules matérielles, l'auteur tend à les considérer plutôt comme quelque chose d'intermédiaire entre l'énergie et la matière. Il semble d'ailleurs peu rationne

d'admettre une division nette du cosmos en matière et énergie. En tout cas, il ne faut attacher aux lois actuellement admises de l'électrolyse qu'une exactitude relative.

(Mémoire in extenso : *Annales d'Electrobiologie*, t. X, 1907, page 1-8).

DISCUSSION

M. Doumer. — Sans vouloir reprendre la théorie des ions qui nécessiterait un développement très long, fait remarquer que la disparition de l'iode peut s'expliquer par de simples phénomènes chimiques : d'un côté formation de composés iodiques et de l'autre de composés iodhydriques. Or l'iode est impossible à déceler dans les premiers par ses réactifs habituels.

Observations radiographiques sur un cas de myxœdème infantile

Par M. A. BUSI (de Bologne).

Le cas rapporté par M. Busi est celui d'un enfant de 11 ans 1/2, dont la mère et deux sœurs présentent un certain degré de goître. Cet enfant ne présenta aucun trouble pouvent faire penser au myxœdème avant l'âge de trois ans.

A cet âge, après la guérison d'une pneumonie aigue, l'accroissement en longueur du malade se fit très lent, alors qu'il se manifestait, au contraire, une bouffissure généralisée. Le caractère se modifia, et devint apathique. Cet état s'accentua peu à peu. et à l'âge de 11 ans, on avait l'aspect classique du myxœdème. Le traitement thyroïdien amena une amélioration très évidente.

Des radiographies furent faites à plusieurs reprises; elles montrent d'une façon nette un ralentissement du développement des points d'ossification et une persistance anormale du squelette catilagineux. Ainsi la main du malade correspond, sous le rapport du développement osseux, à peu près à celle d'un enfant de 4 ans.

Les radiographies faites après traitement thyroïdien montrent des changements considérables et une ossification tendant à se faire avec une rapidité surprenante. Le fait est surtout frappant pour la main.

Il s'agit, dans le cas présent, non d'un myxœdème congénital mais plutôt d'un myxœdème infantile. L'auteur termine ce travail par quelques considérations sur les processus d'ossification des mains du malade comparés aux processus normaux.

Un cas de la maladie nommée « pierres de la peau » (Syndrome de Profichet).

Par M. Aristide BUSI.

Il s'agit, dans cette curieuse observation, d'une femme de 53 ans, qui, atteinte autrefois par un coup de foudre, ressentit, par la suite, des douleurs névralgiques de la face. Plus tard se manifestèrent des douleurs articulaires (épaule, coude, poignets).

En même temps, les doigts des mains devenaient rouges, tuméfiés, froids, presque insensibles; sur la pulpe de certains d'entre eux apparurent des nodosités dures, douloureuses, capables de s'ulcérer en donnant issue à une matière jaune, épaisse. Des phénomènes analogues se révélérent aux genoux et le long de la crête tibiale. Des nodules se formèrent aussi sur la face cubitale des deux avant-bras. La malade est devenue albuminurique ; elle souffrait par intervalles de crises abdominales douloureuses avec diarrhée.

L'examen objectif révèle la présence des nodules signalés ci-dessus ; si l'on pique l'un d'entre eux avec le bistouri, on butte contre une substance pierreuse dure. Cette substance ne donne pas la réaction de la murexide. Elle se dissout dans HCl avec dégagement gazeux, mais d'une façon incomplète.

L'examen radiographique confirme l'existence des masses pierreuses, qui sont irrégulières, constituées par l'amoncellement de particules polygonales, dont certaines peuvent adhérer aux os.

Les symptômes de l'affection et la composition chimique des nodules ne permettant pas d'admettre l'hypothèse de goutte, l'auteur croit qu'il s'est trouvé en présence d'un cas du syndrome décrit par *Profichet*, en 1900, et dont l'étude a été reprise par *Bayle*, en 1905.

Mémoire in extenso in *Annales d'Électrobiologie et de Radiologie*, T. XII. 1909.

Étude sur la transparence des os du crâne et sur les projections de la base crânienne.

Par M. Ch. LURASCHI (de Milan).

L'auteur a étudié d'abord le crâne à sec et a déterminé, par l'introduction d'une lampe électrique dans la cavité crânienne, les régions les plus transparentes et les points les plus opaques successivement dans l'os frontal, l'os occipital, le temporal, le pariétal et le sphénoïde. Il attire l'attention sur les anomalies qui peuvent se présenter dans la transparence des os crâniens d'un côté à l'autre.

Pour ce qui concerne la transparence aux rayons X. M. Luraschi distingue 3 projections : sagittale (latérale), frontale et occipitale. Ces diverses projections conviennent pour des cas bien déterminés, suivant les régions du crâne que l'on veut explorer d'une façon spéciale.

Après avoir passé en revue les renseignements que peut fournir l'examen radiographique du crâne. M. Luraschi termine en disant quelques mots des tumeurs endocrâniennes : si ces néoplasmes peuvent être décelés dans un certain nombre de cas, il faut toujours garder beaucoup de prudence dans l'interprétation des négatifs radiographiques : la radioscopie et la radiographie n'ont jamais qu'une valeur très relative si elle ne sont pas accompagnées par un examen complet des symptômes dérivant de la lésion cérébrale.

Influence bienfaisante des courants de haute fréquence dans le cancer et la tuberculose soumis à l'action des ferments purs.

Par M. De BACKER (de Paris).

L'auteur, qui, depuis un certain nombre d'années déjà, se consacre au traitement de la tuberculose et du cancer par une méthode basée sur l'emploi de certains ferments, retrace en quelques mots le principe de cette méthode. Il admet que certains saccharomyces recueillis dans la nature, jouissent, vis-à-vis des toxines microbiennes, d'une résistance très considérable. Les propriétés de ces ferments figurés seraient sensiblement analogues à celles des cellules animales et des phagocytes les plus vigoureux.

Des expériences entreprises par M. de Backer avec M. Apostoli, lui permettent d'affirmer :

1° Que les courants de haute fréquence, appliqués deux fois par semaine aux malades soumis au traitement par les ferments, donnaient à l'action de ceux-ci une plus grande intensité ;

2° Que ces courants ne présentaient jamais de contre-indication. Par contre, les applications de rayons X possèdent une action antiseptique ou stérilisante sur les fermentations en activité : elles doivent donc être évitées au cours du traitement par les ferments.

Quelques cas de lymphosarcome traités favorablement par la radiothérapie.

Par M. Mario BERTOLOTTI (de Turin).

M. Bertolotti a soigné plusieurs cas de sarcomes par la radiothérapie et les résultats obtenus ont été remarquables dans trois d'entre eux.



Dans 6 cas traités le diagnostic clinique et histologique était identique, et cependant les suites du traitement ont été bien différentes. Chez 3 malades, en effet, l'échec a été complet, alors que les autres ont montré une amélioration absolument inespérée.

Les rayons employés étaient des rayons pénétrants (7 à 8 Benoist). On a appliqué des doses fortes (jusque 180 à 200 unités H, dans l'espace de 2 à 4 mois) sur des régions différentes, de façon à ménager la peau.

Dans deux cas où il s'agissait de masses sarcomateuses profondes de l'abdomen les résultats ont été très remarquables.

Un fait intéressant à signaler est la disparition complète des douleurs dès les premières séances dans les cas de sarcomes de l'abdomen. Il semble donc qu'il y ait eu action élective analgésique sur les plexus nerveux abdominaux.

(Mémoire in extenso : *in Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, t. XII, 1909).

DISCUSSION

M. Schiff. — Les cas dont vient de nous parler M. Bertolotti sont sans doute très intéresaants. Je tiens pourtant à insister un peu, et à répéter que toutes les données qui nous parviennent tous les jours et de toutes les parties du monde ne doivent être considérées que comme des observations isolées. Il ne faut pas en déduire des conclusions trop optimistes. Elles ne servent que comme matériaux importants mais ne peuvent servir à tirer encore des conclusions nettes. C'est à l'avenir d'en tirer ces conclusions quand un nombre beaucoup plus grand d'observations permettra de constituer des règles et d'en former un système.

M. G. Pini. — Je conviens, avec mon collègue M. le Dr Schiff, que pour bien juger les indications et les résultats de la radiothérapie, il est nécessaire de se fonder sur des données expérimentales irréfutables ; mais je ne puis pas partager l'extrême sévérité de mon collègue de Vienne, qui croit que le lupus seul bénéficie de la radiothérapie.

Tout le monde sait, en effet, qu'outre le lupus, les épithélionnas superficiels, les folliculites, les chéloïdes, la teigne, pour ne point parler d'autres maladies, peuvent être guéris par les rayons X.

D'autre part, il est indispensable que les résultats thérapeutiques nous soient rapportés avec de nombreux renseignements sur la maladie et sur la méthode et la technique radiologique suivies. — Dans ce but, j'ai publié une étude, dans le « *Bulletin des Sciences Médicales de Bologne* », où je me suis préoccupé de mettre en évidence les inconvénients et les échecs de la radiothérapie plutôt que les résultats heureux. A ce propos, je serais obligé à M. le Dr Bertolotti s'il voulait bien nous donner quelques détails sur les cas de sarcome qu'il a traités et plus précisément sur le siège, sur l'époque d'origine et sur le développement de la tumeur. J'ai eu à traiter un sarcome du maxillaire supérieur, peu de semaines après son apparition. Eh bien ! après un succès très flatteur de réduction de la tumeur et des ganglions infiltrés, j'ai assisté à un développement énormément rapide de métastases endoorbitaires et endocrâniennes qui amenèrent en peu de temps la mort de la malade. — Ces résultats, en parfait accord avec les observa-

tions d'autres auteurs, font supçonner que les rayons X, dans certains cas, au lieu d'être avantageux, sont nuisibles et accélèrent l'évolution des processus pathologiques graves.

Le radium dans le traitement de la paralysie faciale périphérique.

Par M. Vito CAPRIATI (de Naples).

M. Capriati a soigné un cas de paralysie faciale par le radium ; mais les résultats n'en ont été ni encourageants, ni satisfaisants.

DISCUSSION

M. LURASCHI demande où on a fait l'application.

M. CAPRIATI, — Au devant de l'oreille, avec une quantité égale à un centigr. (100.000 unités).

Radiumthérapie gynécologique.

Par MM. OUDIN et VERCHÈRE (de Paris).

Les auteurs ont repris, dans cette communication, le sujet d'une note déjà présentée par eux à l'Académie des Sciences : ils ont obtenu, par les applications de sels radioactifs, les résultats les plus encourageants dans le cas de fibromes, de métrorragies, de métrites chroniques. Ils ont utilisé les applications intra-utérines de sels radifères, renfermés dans un tube de verre placé au fond d'une tige d'aluminium creuse de la forme et des dimensions d'un hystéromètre.

Dans les fibromes utérins, ainsi qu'en font foi quatre observations rapportées en détail, ils ont obtenu d'une façon constante la suppression des métrorragies et des écoulements séreux. L'utérus diminua en général de volume, la périmétrite, lorsqu'elle existait, entra en régression ; les douleurs s'atténuèrent, et l'état général subit une amélioration considérable.

Un traitement analogue a été essayé par MM. Oudin et Verchère, avec une instrumentation un peu modifiée, dans les uréthrites blennorragiques et dans les métrites Pour les premières, ils rapportent 3 observations dans lesquelles l'écoulement a été nettement modifié, la rougeur de l'urètre a diminué. L'écoulement a pu même dans un cas être totalement tari.

Enfin, des résultats très encourageants ont été notés dans des métrites : sur 6 observations, on a enregistré 6 améliorations considérables : diminution des douleurs, réduction du volume et de l'état inflammatoire du col, disparition des sécrétions anormales, tendance à la résolution des phénomènes inflammatoires des annexes.

(Mémoire in extenso : *Annales d'Electr. et de Radiologie*, t. IX, 1907, p. 697-709).

DISCUSSION

M. Moutier. — La communication de M. Oudin présente le plus grand intérêt et nous donne les meilleures espérances, mais je me permettrai de lui demander des renseignements complémentaires au sujet du nombre de cas des fibromes traités et des résultats obtenus au point de vue de la diminution de volume. — Relativement à l'arrêt des hémorragies, il y a lieu de faire le départ entre l'action propre du radium et l'action qui peut être due à l'introduction de la sonde, car on voit des hémorragies, dans des cas semblables s'arrêter à la suite de l'introduction d'une sonde dans la cavité utérine ou par un très léger massage de l'utérus, et même d'un simple examen manuel.

Enfin, au point de vue des endocervicites en général, il serait intéressant de connaître l'action du radium sur la dégénérescence kystique du col, qui existe dans la plupart des cas, ce qui permettra d'établir s'il s'agit d'une guérison complète ou d'une simple guérison symptomatique.

M. Oudin. — Je répondrai à M. Moutier que nos observations ont été prises dans un service de gynécologie où les malades sont observées avec soin. Avant d'être soumises au traitement par le radium, elles avaient épuisé toutes les autres médications; l'une d'elles devait subir l'hystérectomie, suprême raison contre les fibromes hémorragiques. (Le catéthérisme utérin était impossible chez elle, car il provoquait une hémorragie violente.

Quant à la possibilité de produire une escarre de la muqueuse utérine, je ne le crois pas possible en ne dépassant pas le temps que nous avons employé.

Et même si cette escarre se produisait, elle ne serait pas grave. Nous avons fait des recherches chez des animaux, mais nous nous sommes heurtés à la difficulté du catétbérisme de l'utérus chez la cobaye, le lapine, et la chienne. Nous comptons reprendre ces recherches avec la brebis.

DEUXIÈME JOURNÉE

JEUDI 6 SEPTEMBRE 1909

Séance du matin.

Présidence de M. le Professeur WERTHEIM-SALOMONSON.

Du traitement des épithéliomas.

Rapport par M. le Professeur E. SCHIFF (Vienne).

Voir le texte *in extenso*, p. 148, et la discussion, p. 169.

État actuel de la radiumthérapie.

Rapport par M. OUDIN (Paris).

Voir p. 113. — Discussion, p. 128.

Quelques cas de lupus traités et guéris par les rayons X.

Par M. SILVIS GAVAZZENI (de Bergame).

L'auteur rapporte brièvement 11 cas de lupus qu'il a traités par les rayons X, avec des durées de traitement extrêmement variables, allant de quelques semaines à plusieurs mois. La durée des irradiations à oscillé entre 10 et 20 minutes; leur fréquence était de 2 à 3 séances par semaine au début, une seule par la suite.

De ces 11 cas, deux appartenaient au type érythémateux, neuf au lupus vulgaire: tous ces cas étaient graves et avaient été inutilement traités par les diverses méthodes classiques: quatre ont été entièrement guéris, les autres ont été très améliorés; il ne s'est produit qu'une seule récidive légère.

M. Gavazzeni conclut que si les rayons X sont un agent thérapeutique de première importance dans la cure des lupus, ils semblent beaucoup plus actifs dans le lupus vulgaire que dans le lupus érythémateux. Parmi les formes vulgaires, la variété végétante serait la plus facilement curable.

Pour expliquer les variations constatées dans les résultats, il faut sans doute faire intervenir surtout les prédispositions et la réceptivité individuelle.

La thérapeutique par les rayons X ne peut être fixée d'une façon précise quant à la posologie et à la marche du traitement. On peut, dans certains cas, combiner avec profit la radiothérapie et l'usage des caustiques.

(Mémoire original: in *Annales d'Électrobiologie*, t. X. 1907, p. 118-121.

Du danger du traitement röntgenthérapique intensif dans les cancers ulcérés et très étendus de la face.

Communication de M. le Dr GUILLEMONAT. (de Paris).

L'expérience personnelle de l'auteur l'a amené à utiliser dans la radiothérapie des cancers superficiels, la méthode des doses faibles et répétées: la méthode des doses intensives provoque parfois, en effet, des accidents graves et mortels.

Dans trois cas observés par M. Guillemonat lui-même, en effet, il s'est produit, à la suite d'irradiations intensives de cancers étendus de la face, des phénomènes d'intoxication se manifestant par de la diarrhée, de l'élévation de la température, une aggravation trés considérable de l'état général. Dans deux des observations, ces accidents ont été suivis de mort.

Aussi l'auteur a-t-il renoncé aux applications intensives, et il ne dépasse plus la dose de 3 à 4 H en une fois, à moins de partager la lésion en 3 ou 4 secteurs, auquel cas on peut aller jusque 6 ou 7 H en totalité. Depuis l'emploi de cette méthode, il n'a plus été noté de phénomènes graves à la suite des irradiations.

(Mémoire original : in *Annales d'Electrobiologie*, t. X, 1907, p. 96-98).

Aggravation produite par l'étincelle de résonance dans deux cas d'épithéliomas cutanés, soignés primitivement par les rayons X.

Par M. A. GUILLEMONAT (de Paris).

Se basant sur deux observations personnelles, M. Guillemonat attire l'attention sur le traitement des épithéliomas par l'étincelle de haute fréquence, consécutivement à des applications de radiothérapie. Dans les deux cas qu'il a observés, il s'est produit, sous l'influence de la haute fréquence, une poussée congestive très vive ; chez les deux malades, il se produisit une croûte noirâtre, et dans l'un des cas, on dut recourir à la chirurgie, devant la marche rapide de la lésion cancéreuse. L'auteur

recommande, par suite, d'attendre quelque temps avant d'appliquer la haute fréquence sur des cancers traités par les rayons X.

Mémoire in extenso in *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, T. X, 1907, p. 112-113.

Quatre cas de cancer de la langue traités sans résultat par la röntgenthérapie.

Par M. A. GUILLEMONAT.

De ses observations personnelles, l'auteur conclut qu'en cas d'épithélioma lingual et lorsque le malade refuse absolument l'intervention, l'abstention est de rigueur.

Dans les 4 cas traités, il n'y avait aucune trace appréciable d'extension ganglionnaire. Chez deux des malades, porteurs d'une lésion de la grosseur d'une noisette, il se produisit, vers le 20e jour des applications, une ulcération : l'intervention chirurgicale, acceptée alors, ne donna que des résultats mauvais.

Chez les deux autres malades, dont la langue était profondément ulcérée, l'insuccès fut complet et la terminaison de l'affection rapide.

Mémoire original in *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, T. X, 1907, p. 114 et 115.

Action des rayons X sur les cors aux pieds.

Par M. A. GUILLEMONAT.

Sous l'influence des rayons X, il se produirait, au niveau des cors aux pieds, d'abord une diminution des douleurs, puis un dessèchement du cor, qui permettrait de l'arracher sans difficulté. Il suffit d'employer des doses faibles mais répétées, de façon à ne pas amener de réactions et à ne pas rendre la marche difficile ou impossible.

Mémoire original in *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, T. X, 1907, p. 111.

Action tonique du radium sur le cœur.

Par M. Italo TONTA (de Milan).

Selon l'avis de l'auteur, il faudrait, à côté des médicaments cardiaques et des procédés thérapeutiques appliqués au traitement des maladies du cœur, réserver une place aux substances radifères ingérées à très faibles doses, ou appliquées sous forme de sels de radium sur la région cardiaque.

On sait que l'action réelle mais un peu mystérieuse de beaucoup

d'eaux minérales est aujourd'hui rapportée à la radioactivité de ces eaux.

Après quelques considérations générales sur l'action du radium et de son émanation, M. Tonta en vient à l'expositon de sa technique : il applique, sur la région précordiale, environ 5 millig. de sels de radium d'activité 300 à 500.000 pendant quelques minutes. On constate alors des pulsations plus nombreuses, plus de régularité dans la circulation, en même temps qu'une augmentation du nombre des hématies. L'application de sels radifères sur la peau, en présence d'une substance médicamenteuse quelconque, en pommade ou en solution, faciliterait aussi, dans une notable proportion, l'absorption de cette substance. L'auteur espère tirer de ces faits un bénéfice important dans le traitement de cardiopathies.

Mémoire original in *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, T. XII, 1909.

Le traitement de la calvitie par les courants de haute fréquence.

Par M. VASSILIDÈS (d'Athènes).

D'une façon générale, la calvitie, qu'elle soit due au pytiriasis stéatoïde, à l'alopécie pityrode, ou à la séborrhée décalvante, est due à l'irritation chronique des glandes sébacées et à l'activité de leur sécrétion, qui amène peu à peu l'atrophie et la dégénérescence des follicules pileux.

Or l'auteur a remarqué que la sécrétion séborrhéique exagérée se tarit toujours sous l'influence des courants de haute fréquence, quelle que soit sa cause.

La guérison est obtenue en deux mois en moyenne. La chute des cheveux diminue, puis cesse dès le début des applications.

Les cheveux déjà malades, grêles, caducs, peuvent avec le traitement reprendre leur vitalité. Un traitement prolongé peut même donner au duvet l'aspect et la force des cheveux normaux.

L'auteur emploie pour ses explications l'électrode et le solénoïde de Oudin. Le courant doit être au début supportable pour le malade : on augmente graduellement son intensité. L'électrode est promenée sur toute la tête, pendant 5 à 12 minutes suivant les cas, 4 à 6 fois par semaine. La peau, doit devenir légérement rouge sous l'influence des irradiations.

Mémoire in *Extenso* : *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, t. XII, 1909.

DISCUSSION

M. Luraschi a traité quelques cas de calvitie par les courants de haute fréquence, mais n'a pas obtenu de bons résultats.

M. Doumer emploie depuis 1892 l'effluvation statique dans le traitement de l'alopécie, particulièrement chez les jeunes filles.

Les résultats sont vraiment excellents et la méthode est à conseiller.

M. Winkler. — Il y a quelques années que j'ai présenté, à la *Société dermatologique de Vienne*, des cas d'alopécie en clairières qui ont été traités par le traitement électrostatique, On constate souvent que des malades atteints d'alopecie et qui sont traités pour des maladies nerveuses, par l'araignée électrostatique, sont favorablement influencés ; la perte des cheveux cesse et l'alopécie disparait.

J'ai aussi fait des essais de traitement de l'alopécie par la haute fréquences mais je suis convaincu que la méthode électrostatique est à préférer.

M. Moutier se demande si les différences obtenus par les divers traitements, tiennent à un état local particulier ou bien à des états généraux différents.

M. de Keating-Hart. — J'ai employé depuis bien des années l'action des effluves de haute fréquence dans les cas d'alopécie due à la séborrhée grasse, avec des résultats toujours brillants au point de vue de la séborrhée,infidèles au point de vue de la repousse des cheveux, qui dépend du degré et de l'ancienneté du mal.

Statistique radiothérapique de la Clinique des maladies cutanées et syphilitiques à l'Hôpital de St-Louis.

Par M. P. GASTOU (Paris).

(L'auteur n'a pas remis son mémoire).

La cure simultanée des épithéliomas et du lupus par les rayons X et par le radium.

Par M. Italo TONTA (Milan).

L'auteur a presque complètement délaissé la méthode de Finsen dans le traitement du lupus : Il a cherché à combiner le traitement par les rayons X avec celui par le radium, en les alternant selon les indications thérapeutiques.

Les résultats ont été brillants dans le lupus et dans l'épithélioma, et l'auteur a constaté :

1° Une action favorable et rapide même dans les tissus profonds ;

2° Des rétractions cicatricielles moindres et l'absence de télangiectasies disgracieuses ;

3° La diminution des douleurs produites par la radiodermite.

Pour le radium, il faut des explications graduelles, en allant de l'activité 25 000 à celle de 500.000 au plus. Les séances durent de 2 à 3 minutes. Tous les 5 ou 6 séances de rayons X, on en fait une avec le radium. L'action de ce dernier corps est plus lente à se manifester, mais, contrairement à celle des rayons X, elle s'exerce bien plus profondément dans les tissus.

Deux cas d'hypertrophie des amygdales guéris par les rayons Röntgen

Par M. D. VASSILIDÈS (d'Athènes).

M. Vassilidès ayant observé l'efficacité des rayons X dans le traitement des hypertrophies de la prostate, a eu l'idée de faire la radiothérapie des hypertrophies de l'amygdale. Il a traité un jeune homme atteint de scrofule avec amygdales très hypertrophiées. Les résultats obtenus au bout de 2 mois se sont montrés excellents et le malade réussit même à guérir de sa scrofule, grâce à un traitement continué pendant cinq mois.

Encouragé par ce succès, l'auteur a appliqué la même méthode sur un jeune garçon de 14 ans, sujet à des angines à répétition, avec des amygdales énormes. Irradiations des deux côtés du cou, 2 H au début, 1 H à 1 1/2 H ensuite, 5 fois, puis 3 fois par semaine. La guérison a été complète. De nouvelles expériences sont d'ailleurs nécessaires pour prouver irréfutablement la valeur du procédé.

Röntgenthérapie des péritonites et des adénites tuberculeuses.

Par M. NINO VALOBRA (de Turin).

M. Valobra a soigné, en 1905, par la radiothérapie quatre malades atteints de tuberculose péritonéale à forme séreuse. Le traitement a consisté en irradiations du ventre, anthicathode à 35-40 centimètres de la peau, rayons durs (8-9 Benoist), séances de 15 minutes, tous les deux jours. Le nombre total des applications a été de 18 à 20.

Le premier résultat noté a été la disparition des douleurs. Plus tard l'amélioration se manifesta par la diminution de l'ascite et l'augmentation de la quantité d'urines. La guérison s'est maintenue depuis.

Les conclusions de l'auteur sont moins favorables, quant au traitement des formes caséeuses avec ganglions mésentériques palpables et infiltrés. Dans un cas de ce genre, la radiothérapie dut être abandonnée. De même, dans le traitement des lésions tuberculeuses des ganglions cervicaux, il s'est produit, chez des malades porteurs de grosses masses ganglionnaires, et sous l'influence des irradiations, des réactions fébriles accentuées, avec rougeur et douleurs locales. Il convient donc de se montrer très prudent dans les essais de thérapeutique des adénites tuberculeuses par les rayons X.

Mémoire original in *Annales d'Électrobiologie et de Radiologie*, T X, 1907, p. 93-95.

DISCUSSION

M. WINKLER. — Il est certain que nous pouvons traiter avec des résultats favorables les adénites tuberculeuses, mais il est certain aussi que la peau qui

recouvre les adénites tuberculeuses, sutout au cou, est très sensible, et bien sujette à la radiodermite. C'est pour cela que la méthode de la galvanisation des adénites est la meilleure, car elle donne d'excellents effets et évite les dangers de la röntgenthérapie.

M. Steiner observe que la röntgenthérapie des ganglions tuberculeux aboutit tantôt à un succès, tantôt à un échec, sans raison apparente. En général, les cas de dégénérescence caséeuse réagissent à la radiothérapie bien plus que les cas de dégénérescence parenchymateuse, dans laquelle on obtient de très bons résultats par la photothérapie.

M. Valobra répond que ses conclusions concordent parfaitement avec les observations de M. Winkler, car ses observations portent à l'exclusion des rayons X dans le traitement des adénites tuberculeuses.

La radiothérapie des fibromes.

Par M. FOVEAU DE COURMELLLES (de Paris).

Reprenant une idée déjà défendue à plusieurs reprises, M. Foveau de Courmelles préconise le traitement radiothérapique des fibromes utérins, non pas de tous les fibromes, mais de ceux pour lesquels les patientes refusent l'opération ou de ceux qui ont résisté aux autres moyens de traitement électrique.

Entrant dans les détails de sa technique, l'auteur recommande les intensités moyennes au radiochromomètre et des séances de 15 à 30 minutes répétées tous les jours, s'il est nécessaire.

La sédation des douleurs sous l'influence du traitement est presque absolue. S'il se produit un peu de fièvre, les séances sont espacées. La régression de la tumeur se fait lentement, le ventre devient plus souple. Sur 45 cas traités, les résultats ont été extrêmement favorables dans 38 d'entre eux. La disparition des hémorragies est un des effets les plus probants du traitement.

En somme, la méthode se montre pratique et inoffensive lorsqu'elle est bien appliquée. Quant à l'action des rayons X sur la glande ovarienne, il est certain qu'il se produit sous l'action des irradiations une atrophie des ovaires; mais l'obtention de ce résultat demanderait de très longs délais. L'atrophie ovarienne pourrait, d'ailleurs, être profitable dans certains cas bien déterminés (ostéomalacie, hémorragies de la ménopause).

Contribution à l'étude médicale du Radium.

Par M. FOVEAU DE COURMELLES (de Paris).

Le radium est un analgésique puissant, supérieur parfois aux rayons X. Certaines névralgies faciales rebelles cèdent aisément aux applications



des sels de radium. Les vernis aux sels radifères actuellement préparés par l'industrie possèdent une très grande énergie au point de vue de la modification et de la destruction des tissus morbides.

De bons résultats ont pu être obtenus avec le radium dans les tuberculoses et dans les cancers cutanés et profonds et même dans les néoplasies stomacales. Les effets sont particulièrement excellents dans les petits épithéliomas et les petits lupus. Un avantage appréciable des substances radifères réside aussi dans leur puissance sous un petit volume: quelques milligrammes de sels de radium peuvent avoir de très grands effets sédatifs, modificateurs, ou destructeurs.

Cette puissance même commande une surveillance attentive et sagace de la part de l'opérateur. L'usage des corps radioactifs laissés entre toutes les mains, peut, en effet, causer les plus graves accidents, qui ne se manifestent parfois que fort longtemps après l'application.

Sur un cas important de leucémie myélogène suivi pendant trois ans environ.

Par MM. Carlo LURASCHI et Umberto CARPI (de Milan)

Les auteurs rapportent une observation particulièrement intéressante par ce fait que l'amélioration produite par le traitement radiothérapique s'est prolongée fort longtemps. Il s'agit d'une femme de 45 ans, atteinte de splénomégalie avec douleurs, fièvre. œdème des membres inférieurs et mauvais état général. Leucocytes : 273.000. dont une grande proportion de myélocytes On fit 55 séances de rayons X, et il s'ensuivit une amélioration considérable, caractérisée par la régression de la rate, la disparition de la fièvre, l'augmentation du poids : le nombre des leucocytes était retombé à 74.000. Après une interruption du traitement. on fit 22 nouvelles séances réparties sur une durée de 7 mois, et, près de 3 ans après que le diagnostic de leucémie myéloïde avait été établi, l'état de la malade restait très satisfaisant et elle pouvait vaquer à ses occupations comme une personne saine.

Les auteurs se sont attachés à faire absorber la plus grande quantité de rayons compatibles avec l'intégrité de la peau : radiations 6 à 8 Benoist, applications sur la rate, les genoux, le sternum. MM. Luraschi et Carpi sont partisans des séances fréquentes, mais ils jugent imprudent de vouloir ramener complètement la formule leucocytaire à la normale.

DISCUSSION

M. Haudchamps. — Une remarque seulement au point de vue de la technique et de la marche du traitement : Au bout d'une certaine période de traitement, la formule sanguine ne s'améliore plus guère dans la leucémie, quoiqu'elle soit

encore, parfois, sensiblement écartée de la normale. Il faut alors continuer le traitement malgré tout ; les repères objectifs s'améliorent encore, la rate diminuera encore de volume, etc. Craindre la radiodermite n'est plus guère possible, parce que nous pouvons irradier une très grande surface de la peau en atteignant toujours la rate ou les os longs, et par conséquent faire absorber une très grande quantité de rayons Röntgen. Une seule manifestation ne pourra être évitée : c'est une pigmentation cutanée avec cette méthode.

M. Luraschi. — Il use d'une solution d'*huile d'olive* et d'*eau de chaux* à parties égales, et il applique avec du coton, après la séance de rayons X, cette solution sur la partie irradiée.

M. Bonnefoy. — Mon confrère et ami, le Dr Redou, a l'habitude de faire, sur les parties qui ont été le siège d'une application de rayons de Röntgen, des effluves de haute fréquence, et cela dans le but d'empêcher la mortification des tissus sains en favorisant ainsi la nutrition de ces tissus.

Depuis qu'il a employé cette méthode, il n'a jamais observé la moindre trace de radiodermite.

Un cas de sarcome mélanique de la main droite guéri par la radiothérapie.

Par M. Giuseppe FATO.

On avait publié déjà quelques cas de sarcomes mélaniques heureusement influencés par la radiothérapie, mais les observations de ce genre sont encore peu nombreuses.

M. Fato a traité un homme de 45 ans, atteint d'un sarcome mélanique de la région dorsale de la main droite, ayant commencé cinq ans auparavant par l'apparition de taches pigmentées, lisses, qui ne tardèrent pas à augmenter de dimensions. Au moment de l'examen, l'infiltration néoplasique s'étend jusque dans la région de l'éminence thénar.

Tous les quinze jours, le malade fut soumis à des applications de rayons X, portant sur la paume et sur le dos de la main La quantité de rayons appliquée à chaque séance a varié de 2 à 5 H. Dès le début du traitement, la tuméfaction diminua nettement, et lorsque le malade se représenta quelque temps après la fin des applications, l'auteur put constater la disparition de l'œdème et de la couleur vineuse de la main : il n'y avait plus trace du sarcome primitif. Cependant, M. Fato a conseillé, par précaution, quelques séances supplémentaires.

Mémoire original in *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, T. XII, 1909.



Séance de l'après-midi.

Présidence de M. P. OUDIN.

Le traitement des maladies de la peau par l'électricité.

Rapport de M. AUGUSTE DE LUZEMBERGER (de Naples).

(Voir page 175).

COMMUNICATIONS DIVERSES

Le traitement galvanique du zona.

Par M. PAUL-CHARLES PETIT (de Paris).

Le traitement du zona est difficile et peu encourageant avec les moyens habituels de la thérapeutique. L'électrothérapie, sous la forme de courants statiques ou d'effluvations de haute fréquence, a pu donner des succès, mais la modalité électrique qui paraît donner les résultats les plus satisfaisants est le courant continu. Deux observations rapportées par M. Petit le prouvent.

L'intensité employée a été grande, 40 à 50 milliampères : l'électrode positive est appliquée sur l'émergence des racines correspondant aux territoires lésés ; la négative couvre les vésicules du zona : l'intensité du courant n'a d'autre limite que la sensibilité du sujet. Les séances durent 10 à 15 minutes et sont répétées quotidiennement et même deux fois par jour.

L'effet le plus précoce du traitement est une analgésie remarquable : la sédation des phénomènes douloureux se produit dès la première application. Les vésicules disparaissent rapidement en se desséchant, la rougeur devient moins vive. Il se forme sur les parties lésées des croûtes, qui ne tardent pas à tomber en laissant à leur place une peau normale.

DISCUSSION

M. LUZEMBERGER. — J'ai observé, moi aussi, des cas de zona et de lupus. Dans un cas chronique récidivant sur les deux mains, j'ai eu l'occasion d'expérimenter successivement le courant ascendant sur un bras, et le descendant sur l'autre, et j'ai trouvé que la cathode placée sur les vésicules donne des résultats plus rapides. Seulement, dans les cas aigus de zona intercostal, accompagnés de fortes névralgies, je préfère l'anode appliquée localement et la cathode sur le rachis, pour produire plus rapidement l'accalmie.

M. Petit. — Je ne pense pas que l'action polaire, au point de vue douleur, ait une importance extrême. Il est utile d'employer le courant galvanique. Voilà tout.

Du traitement des hémorroïdes par les courants de haute fréquence. Ses inconvénients possibles.

Par M. G. RONNEAUX (de Paris).

Les bons effets des courants de haute fréquence appliqués localement, par la méthode du Professeur Doumer, dans les hémorroïdes, sont en général rapides dans les cas aigus, plus longs et plus incertains dans les cas chroniques. M. Ronneaux a appliqué ce procédé à huit malades : six furent guéris, dont deux très rapidement; les deux autres présentèrent, par contre, une aggravation très nette.

Ces deux derniers malades ne présentaient cependant aucun symptôme différent de ceux qu'offraient les premiers; rien chez eux ne permettait de prévoir cet insuccès.

L'auteur, tout en reconnaissant la grande valeur de la méthode dans la grande majorité des cas, attire cependant l'attention sur ce fait que, chez certains patients, les courants de haute fréquence donnent lieu à l'apparition ou à la recrudescence de phénomènes aigus. Il renonce, d'ailleurs, à donner de ce fait une explication plausible.

(Mémoire in extenso in *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, T. IX, 1906, p. 630 631).

DISCUSSION

M. Libotte. — Les insuccès surviennent avec les meilleurs moyens thérapeutiques. Il faut étudier le malade, ses conditions pathologiques aussi bien que la technique thérapeutique.

Les courants de Morton dans le traitement de quelques inflammations aiguës : la stomatite ulcéro-membraneuse, l'otite moyenne, le phlegmon de la bouche, etc.

Par M. L. CIRERA Y SALSE (de Barcelone).

Dans des stomatites ulcéro-membraneuses, chez deux petits enfants de 8 à 10 ans, M. Cirera Salse a noté, sous l'influence de l'électrode condensatrice de Oudin, la diminution du gonflement et la réparation des ulcérations. Dans l'otite moyenne, dont trois cas ont été traités par l'application de dix séances de 10 minutes de courants de Morton, il y eut un remarquable soulagement dès la première application; les phénomènes



inflammatoires (dans les cas aigus) se sont rapidement amendés et les troubles de l'ouïe ont disparu.

Dans un phlegmon de la bouche, la guérison fut obtenue par la même méthode en quelques séances Les résultats furent également très satisfaisants dans un cas de traumatisme de la main, par arme à feu : la désinfection de la plaie fut obtenue par l'électrolyse de l'ion zinc et le traitement par les courants de Morton, amena la disparition du gonflement et de l'inflammation, ainsi que le retour fonctionnel des tendons de l'index, lésés par des grains de plomb. Enfin, des succès très encourageants ont été obtenus dans quelques cas d'adénites sous-maxillaires aiguës.

DISCUSSION

M. Doumer souligne les intéressantes observations de M. Cirera Salse, qui viennent apporter un appui nouveau à la thèse qu'il soutient depuis longtemps, avec son ami Oudin, des propriétés antiphlegmasiques de l'électricité.

La défense du procédé d'électrolyse linéaire dans le traitement des rétrécissements de l'urètre.

Par M. J. A. FORT (de Paris).

Après avoir rappelé l'origine de sa méthode et ses premiers résultats, M. Fort décrit succinctement son électrolyseur linéaire et son fonctionnement : l'instrument, grâce à l'adjonction de la bougie filiforme terminale, traverse en une demi-minute les rétrécissements avec une intensité électrique de 10 milliampères seulement. La méthode ne cause jamais d'accidents entre les mains des opérateurs expérimentés.

M. Fort revendique la création, sous la forme de l'électrolyse linéaire, d'un procédé inoffensif et plus efficace que tous les autres dans la cure des rétrécissements urétraux. A ce propos, il cherche à réduire à néant les attaques dont il a été la victime de la part de certains de ses confrères. M. Fort combat vigoureusement les assertions de ceux-ci, et cite un résumé de trente opérations faites en une fraction de minute. Il fait suivre ce résumé de 7 observations où l'opération s'est effectuée dans des conditions analogues. Il espère que, malgré les attaques dont il a été l'objet, le procédé qu'il préconise subsistera, dans le domaine de la chirurgie, comme un procédé rapide et inoffensif.

DISCUSSION

M. Doumer vient appuyer les conclusions scientifiques de M. Fort et reconnaît que la méthode de l'électrolyse linéaire est une excellente méthode et s'il ne dit pas la meilleure c'est que la comparaison en pareille matière est impossible.

M. Guillemonat. — J'ai utilisé le procédé du Dr Fort dans les rétrécissements. Je suis entièrement de son avis sur la rapidité de la méthode et j'insiste sur ce point qu'on ne doit jamais dépasser 10 milliampères. Si l'on ne peut franchir le point rétréci en une minute avec cette dose, il faut recourir à un autre procédé.

Résultats de la « dilatation électrolytique rapide » des rétrécissements de l'urètre.

Par M. H. MINET (Paris).

(Mémoire original *in Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, t. X, Février 1909, p. 103-110.)

Actions des rayons X sur l'hypertrophie de la prostate.

Par M. A. GUILLEMONAT (de Paris).

M. Guillemonat a soigné un homme de 65 ans, atteint d'hypertrophie de la prostate, urinant très difficilement, jusque 25 fois par jour; il fit d'abord six applications de haute fréquence (10 minutes tous les deux jours). Devant l'insuccès complet du traitement, il décida de recourir aux rayons X.

Les applications furent faites sur le périnée, à 2 à 3 centimètres de l'anus, rayons 8 à 9 Benoist; séances tous les deux jours, pendant 5 minutes. Bientôt le nombre des mictions diminua mais le malade se plaignit de douleurs testiculaires et d'une diminution de sa puissance génésique.

Après un repos de six semaines, une nouvelle série de séances a amené le nombre des mictions à 8 ou 10. Le malade ne se lève plus la nuit pour uriner ; la prostate n'est plus que très légèrement hypertrophiée.

(Mémoire in extenso in *Annales d'Électrobiologie et de Radiologie*, t. X, 1907, p. 116-117.)

DISCUSSION

M. Luraschi rappelle son travail communiqué au congrés de Liège, en 1904, et il est content de constater que M. Guillemonat ayant suivi sa méthode, plus commode que celle de M. Miskowich, ait obtenu les mêmes résultats heureux dans une maladie si grave et si douloureuse.

M. Oudin a obtenu les mêmes résultats favorables avec le radium.

M. Wertheim-Salomonson a traité une dizaine de malades avec hypertrophie de la prostate, soit par la méthode périnéale, soit, et cela de préférence, par la méthode rectale. Avec un court spéculum coupé obliquement on obtient le meilleur résultat, avec des séances bi-hebdomadaires de 1 h. chacune : le résultat est obtenu en 5 à 6 semaines. On voit diminuer l'urine résiduelle, et le malade, qui auparavant urinait 20 fois par jour et retenait à peu près 500 cc. d'urine

dans la vessie, parvenait à vider complètement sa vessie et n'urinait plus que 6 à 8 fois par jour. Au plus, on pouvait constater quela prostate diminuait de volume,

Je remercie M. Guillemonat, qui a contribué à la connaissance de cette méthode utile.

M. LURASCHI croit que sa méthode périnéale, qui a été pratiquée avant la méthode rectale, dans son Institut, au mois de mai 1904, sur l'hypertrophie de la prostate, est à préférer, surtout parce qu'on a affaire à des malades qu'on peut très difficilement maintenir dans l'incommode position exigée par la méthode rectale.

Présentation d'un nouvel appareil pour l'électrolyse des rétrécissements de l'urètre.

Par MM. A. et P. BELLEMANIÈRE (de Paris).

Le traitement des rétrécissements de l'urètre doit avoir pour but, non de cautériser et de sectionner rapidement le tissu cicatriciel, mais de le faire disparaître lentement par électrolyse et résorption consécutive.

Les auteurs ont recherché un dispositif permettant d'exercer sur le rétrécissement une action mécanique, qui en diminue l'épaisseur en même temps qu'elle en écarte les fibres, et qui ouvre ainsi aux courants les plus faibles, une porte d'entrée dans l'épaisseur du tissu pathologique.

Leur appareil comprend une sonde à tige métallique creuse isolée extérieurement et une olive très allongée. Dans deux sillons de l'olive sont deux parties métalliques mobiles qne l'on peut faire saillir plus ou moins à l'aide d'une vis. Suivant la résistance opposée par le rétrécissement, on fait saillir ces deux segments à un degré plus ou moins accentué.

(Mémoire original in *Annales d'Électrobiologie et de Radiologie*, t. X, 1907, p. 340-343.)

DISCUSSION

M. OUDIN. — J'ai fait (il y a longtemps, presque dix ans) construire, pour étudier l'action du courant continu sur les écoulements gonocciques anciens, une sonde qui était constituée par une série de chaînons d'argent analogue à ceux qui forment ces chaînes de montre simulant un serpent. En contact à une extrémité un petit cylindre métallique plein, arrondi à l'autre, permettait de la mettre en rapport avec le courant et de l'introduire sans traumatisme. Sa souplesse latérale absolue permet de l'introduire aussi facilement qu'une sonde en caoutchouc rouge. On peut lui donner la forme conique d'une bougie olivaire.

Il serait peut-être intéressant de mettre à son extrémité l'olive de M. Bellemanière et de combiner ces deux instruments pour la cure des rétrécicissements.

La galvanisation du pneumogastrique dans le traitement des atonies et des ptoses gastriques.

Par M. Mario FONTANA (de Salsomaggiore).

Les troubles de la motricité stomacale (atonie nerveuse et ses conséquences : dilatation, ptose de l'estomac), trouvent dans l'électrothérapie leur remède presque spécifique. Certains opérateurs ont appliqué, dans les dyspepsies nerveuses, l'électricité galvanique, sur le pneumogastrique; ils n'ont pas donné cependant à ce procédé de règles précises ; ce n'est qu'en 1905 que M. *Riva* a appliqué ce traitement d'une manière bien méthodique. D'après les observations de cet auteur, les malades augmentent rapidement de poids et tous les symptômes disparaissent ; la motricité stomacale est de beaucoup améliorée, l'électrode négative est placée sur le trajet cervical du pneumogastrique ; la positive, large, sur la région épigastrique; intensité : 2 à 5 mA, pendant 10 à 12 minutes.

M. Fontana a un peu modifié ce procédé : il agit sur les deux vagues et applique de 3 à 10 mA, pendant une durée allant jusque 20 minutes. Dans tous les cas, il a vu disparaître les douleurs, l'anorexie, la pesanteur épigastrique, les vomissements et les clapotements. L'estomac tend à reprendre ses limites normales et les digestions s'améliorent. Enfin, l'état général devient toujours plus satisfaisant (augmentation de poids, augmentation de l'hémoglobine et du nombre des globules rouges).

Cure symptomatique de l'angine de poitrine vraie.

(Traitement par l'électrothérapie).

Par M. LIBOTTE (de Bruxelles).

L'indication thérapeutique principale à remplir dans l'angine de poitrine est de diminuer les obstacles à la circulation, d'ouvrir les voies périphériques en diminuant toutes les influences vaso-constrictives. M. Libotte est arrivé à remplir cette indication, sans prétendre, bien entendu amener la guérison des lésions artério-scléreuses, mais en diminuant dans la mesure du possible, l'effort que le muscle cardiaque doit fournir.

C'est dans les réflexes, résultant de l'excitation des nerfs cutanés et exerçant leur influence sur les viscères, qu'il a cherché à fonder sa méthode Il a constaté que la faradisation cutanée modérée des membres supérieurs, puis celle de la région précordiale, relèvent l'énergie du plexus cardiaque, et exercent la souplesse des artères coronaires.

Il a vu sous l'influence de ce traitement des cœurs dilatés revenir à

des proportions presque normales; il a rendu la marche à des angineux anhélants. Dans les cas où ce traitement est resté impuissant, on peut porter le plus sombre pronostic. Enfin, récemment, M. Libotte a ajouté à la faradisation cutanée des applications de haute fréquence : l'amélioration serait ainsi obtenue encore plus rapidement.

DISCUSSION

M. Bonnefoy. — J'ai été surpris d'entendre *M. Libotte* dire que la circulation du sang n'est pas seulement occasionnée par l'impulsion du cœur mais aussi par la contraction propre des artères. On n'ignore pas qu'il y a une trentaine d'années, M. Legros a fait des expériences tendant à démontrer cette contraction propre des artères qui seraient animées de mouvements péristaltiques.

Mais il a été démontré depuis que ces mouvements incontestables n'étaient nullement physiologiques, mais consécutifs à l'excitation électrique. *Claude Bernard*, *Vulpian*, *Schiff* ont été unanimes à ce sujet, et Mathias Duval, dans son article sur les nerfs vasomoteurs, dans le *Dictionnaire de Médecine*, a établi qu'il n'y avait pas d'autres forces présidant à la circulation du sang que l'impulsion cardiaque.

Ce n'est pas à dire, pour cela, que les petits vaisseaux ne puissent pas se contracter ou se dilater, tant s'en faut. Mais ils ne se contractent et ne se dilatent que sous l'influence d'excitations, soit internes, telles que certaines toxines, soit externes telles que le froid, la chaleur, l'électricité, l'hydrothérapie, en un mot, tous les agents physiques.

Ces mouvements, en augmentant ou diminuant leur capacité, ont une grande influence sur le cœur et sur la circulation centrale; mais, nous le répétons, ils ne sont pas vasomoteurs, mais bien provoqués par les excitations que je viens de nommer.

M. Moutier. — Je dois dire tout d'abord, à propos de l'intéressante communication de M. Libotte, que par la d'Arsonvalisation on obtient une vaso-dilatation *primitive* et non pas consécutive à une vaso-constriction. Puis je tiens à dire que de mes observations il résulte que les accès d'angine de poitrine ne semblent pas être en rapport avec l'hypertension artérielle et que l'on voit des accès avec toutes leurs conséquences se produire chez des malades dont la pression artérielle est voisine à la normale et s'y maintient.

M. Oudin. — Quand on parle d'angine de poitrine, il faut bien spécifier de quelle angine de poitrine il s'agit. Il y en a de si nombreuses, fausses, simples, nerveuses chez des intoxiqués, ou chez des hypertendus dont le cœur se trouve surpris par sa gêne nouvelle, qu'il faut bien les distinguer par une dénomination précise des grands accès chez les arthritiques avec névrite des nerfs du cœur.

M. Libotte (*Réponse à M. Bonnefoy*). — J'ai parlé, en effet, et du cœur central et du cœur périphérique dans les préambules de ma communication. Je crois que le cœur, sans l'aide des contractions vaso-constrictives des artères, est insuffisant pour jouir de la santé. Je crois que celle-ci est en rapport avec une bonne circulation alternante. Il faut que nous voyons les artères se gorger rapidement, apporter rapidement aux organes en travail le sang nécessaire à leurs fonctions. Cela ne peut se produire qu'avec l'aide des vaso-constricteurs, des vaso-dilatateurs,

mais non des réflexes, c'est-à-dire cela ne peut se produire qu'avec l'aide des contractions périphériques du cœur périphérique. Voilà pourquoi il faut travailler à reproduire cette gymnastique nécessaire aux artères. Voilà pourquoi les interventions actives des artères périphériques sont une nécessité et que nos maîtres appellent l'ensemble des vaisseaux circulatoires, en pathologie comme en physiologie : le cœur périphérique. Cela démontre son importance, sa nécessité et l'aide puissant qu'il prête au cœur central.

A M. Oudin, je rappelle que ma communication ne vise que les véritables angines de poitrine et, à plus forte raison, les pseudo-angines, les angines fonctionnelles. Que si j'ai à traiter les angoisses, par exemple, des neurasthéniques, que les médecins confondent souvent avec l'angine de poitrine, je les traite par la sédation, le repos, l'alimentation, l'isolement, des démonstrations suggestives, les applications physiques sédatives puis toniques.

A M. Moutier, je répondrai qu'après mes applications faradiques, au sphygmomètre Riva-Rocci je n'ai point trouvé de diminution de tension artérielle, que j'ai vu cette dernière baisser, au contraire, plus régulièrement et plus vite après l'adjonction de la haute fréquence.

Observations cliniques et expérimentales sur l'action des rayons de Röntgen sur le système nerveux.

Par M. VALOBRA (de Turin).

On a observé, à la suite d'applications de rayons X sur le système nerveux, des accidents de méningo-myélite ou des troubles nerveux divers : leur pathogénie n'a pas reçu d'explication bien satisfaisante.

A la suite d'applications intensives de rayons X (rayons durs et rayons mous), chez des sujets bien portants et chez des malades atteints de diverses affections nerveuses, M. Valobra n'a pu observer aucun symptôme qui permette de croire à une action spéciale des irradiations sur la moelle ni sur le cerveau.

Il résulte, d'ailleurs, d'expériences sur le cadavre, que les rayons n'arrivent aux centres nerveux que très affaiblis ; il est bien évident qu'il peut n'en pas être de même chez les petits animaux, où la protection des centres est bien moins efficace. M. Valobra pense que l'action révulsive des radiations sur la peau n'est pas étrangère aux bons résultats obtenus par les auteurs modernes dans certaines maladies médullaires.

Par contre, l'action analgésique des rayons sur les nerfs périphériques est indéniable. Quelques expériences ayant porté sur l'œil ont montré que la pupille ne réagissait jamais sous l'influence des rayons X.

Mémoire in extenso in *Annales d'Électrobiologie*, t. X, 1907, p. 99-102.

TROISIÈME JOURNÉE

VENDREDI 7 SEPTEMBRE 1909

Séance du matin.

Présidence de M. le Professeur SCHATZKY

Traitement des tuberculoses chirurgicales par les courants de haute fréquence.

Rapport de M DENOYÈS (Béziers).

Voir p. 188. — *Discussion*, voir p. 205.

La mesure des courants faradiques.

Rapport de M. J.-K.-A. WERTHEIM-SALOMONSON (Amsterdam).

Voir p. 228. — *Discussion*, voir p. 259.

COMMUNICATIONS DIVERSES

Diagnostic précoce et traitement de la tuberculose pulmonaire par les rayons X.

Par M. PAUL GASTOU (de Paris).

L'étude de la transparence pulmonaire faite avec des radio-chromomètres Benoist placés à chacun des sommets des poumons permet de voir en quelque sorte l'état d'intégrité pulmonaire.

Les diverses formes de tuberculose pulmonaire subissent une action différente par les Rayons X, suivant qu'elles sont congestives, broncho-pulmonaires, infiltrantes, ou d'origine pleuro-lymphatique.

La tuberculose congestive a paru subir une action des plus favorables sous l'influence de séances répétées deux fois par semaine, pendant un mois; six centimètres d'étincelle pendant un quart d'heure de durée environ, en tenant compte de la susceptibilité de la peau.

Les formes infiltrées subissent un ramollissement rapide.

Dans les formes pleuro-lymphatiques, presque toujours en rapport avec une infection générale, les rayons X ne donnent pas d'action favorable.

Si les séances provoquent des réactions fébriles, leur durée doit être réduite à cinq minutes.

L'influence des rayons entraîne l'agglutination, la segmentation des bacilles et une diminution de leur virulence, constatées expérimentalement.

DISCUSSION

M. Oudin. — De la très intéressante communication de M. Gastou ressort pour nous la presque identité d'action des rayons X et de la haute fréquence. Même retour du sommeil et de l'appétit, même chute de température, même amélioration lente chez les uns, nulle chez les autres, mêmes cas de guérison. Du côté des bacilles aussi nous trouvons des changements identiques. J'ai constaté toujours qu'après quelques séances de résonnateur, les bacilles nombreux et petits avant le traitement devenaient plus rares, plus gros et s'agloméraient en paquets.

Peut-être pourra-t-on tirer parti de cette similitude d'action et combiner les deux méthodes pour obtenir de leur union des résultats encore meilleurs que de chacune d'elles séparément.

Je voudrais aussi dire combien en général il est regrettable d'entendre toujours parler de ces H, qui ont la prétention d'être des unités de mesure, alors que leur détermination est basée sur une substance secrète.

On n'arrivera jamais à faire adopter une unité de mesure qui ne repose sur rien de précis.

M. de Keating-Hart. — Le rapprochement des effets des courants de haute fréquence et des rayons X me semble extrêmement net. J'ai eu l'occasion d'en voir la ressemblance dans presque toutes les manifestations destructives.

J'ai traité un cancer du sein par des étincelles de haute fréquence, portées directement sous la peau, sur la lésion, à l'aide d'un instrument spécial. La peau, au bout d'un certain temps, — 15 jours à peu près — a présenté de la rougeur, du gonflement, puis une escarre dont l'aspect et l'évolution sont identiques à celles d'une radiodermite profonde.

Considérations techniques sur la bobine radiographique et sur la machine électrostatique de l'Hôpital de Venise.

Par M. D. D'ARMAN (de Venise).

La bobine radiographique de l'hôpital de Venise est un perfectionnement du modèle présenté par l'auteur au Congrès de Côme, en 1899. M. D'Arman s'est efforcé de réaliser un appareil dont on pût faire varier et mesurer la puissance avec facilité, et dont les parties essentielles puissent être isolées et remplacées aisément.

Il a cherché à imiter le chariot de Dubois-Reymond, mais des difficultés se sont présentées dans la pratique, par suite de la grande puissance que doivent posséder les bobines radiographiques et de la nécessité de l'isolement parfait du secondaire. M. D'Arman y est parvenu en modifiant la suspension du primaire et la disposition de l'induit vis-à-vis de l'inducteur. La suspension du primaire n'est pas effectuée par les extrémités de la bobine, mais par son centre. En outre, l'inducteur est enroulé de telle sorte qu'il constitue deux solénoïdes se regardant par leurs extrémités. L'induit est également divisé en deux, ce qui permet de réduire la longueur du cylindre d'ébonite isolant Ainsi construite, la bobine présente les avantages suivants : graduation facile de l'intensité; substitution facile et rapide de la bobine primaire par une autre semblable; condensateur divisé en quatre parties de capacité différente, logées dans quatre caisses placées à la base de la bobine. Le démontage est facile; enfin, les deux induits, unis en tension, donnent une étincelle de plus de 60 cent., alors que chacun d'eux employé séparément donne une étincelle de plus de 40.

La machine électrostatique est du type Wimshurst et présente l'avantage que sa puissance est facilement graduée : ce dernier point est réalisé par le fait que les plateaux ne sont pas tous de même grandeur et que les divers couples de plateaux peuvent fonctionner séparément et fournir 15 combinaisons possibles, donnant toutes les intensités que l'on peut désirer. En outre, les collecteurs peuvent être, à volonté, plus ou moins rapprochés des plateaux.

De la mesure des champs électro-dynamiques dans l'autoconduction.

Par M. E. DOUMER (de Lille).

Au sujet de la mesure de l'intensité des champs magnétiques dans l'autoconduction, M. Doumer montre que l'on peut mesurer pratiquement, d'une façon suffisamment précise, cette intensité, et que cette mesure s'impose, car le rendement des appareils est extrêmement variable et nullement en rapport avec l'intensité du courant excitateur.

De la mesure des champs dans la d'Arsonvalisation.

Par M. E. DOUMER (de Lille).

M. Doumer s'est efforcé de trouver une méthode simple pour mesurer avec exactitude les champs qu'il employait dans ses recherches. Pour résoudre ce problème, il est parti de la définition même de l'intensité du

champ et de sa propriété fondamentale. Sachant qu'un champ électromagnétique est susceptible de développer dans un circuit métallique une force électromotrice dont la grandeur est une fonction linéaire de cette intensité, il suffisait de mesurer cette force électromotrice induite pour en tirer l'intensité du champ.

Il place donc, dans la cage, une boucle métallique dans laquelle est intercalé un ampèremètre capable de mesurer l'intensité des courants alternatifs qui la parcourent, intensité dont on déduit la force électromotrice cherchée. On porte la valeur de cette dernière dans l'expression :

$$\Phi = K E t.$$

Pour exprimer en *gauss* la valeur du champ magnétique, il suffit de diviser le nombre trouvé par la surface S du champ limité par la boucle exprimée en centimètres.

Le *gauss* étant une unité très petite, eu égard à la puissance des champs que fournissent les appareils modernes, M. Doumer préfère employer le *megagauss*, qui vaut un million de *gauss*. On peut d'ailleurs graduer l'ampèremètre de telle sorte qu'il donne directement les intensités en *gauss* ou *mégagauss*.

(Mémoire original in *Annales d'Electrobiologie*, t. IX, 1906, p. 417-520.

Action des rayons X sur les tumeurs bénignes du sein.

Par M. A. GUILLEMONAT (de Paris).

Malgré l'opinion généralement admise que les tumeurs bénignes du sein (fibromes et adéno-fibromes) résistent à la radiothérapie, M. Guillemonat a obtenu des résultats satisfaisants par cette méthode, dans un certain nombre de cas. Cependant, il reste souvent, malgré des applications prolongées, un petit noyau induré.

La glande mammaire est assez sensible aux rayons X et les douleurs sont assez fréquentes même avec des doses très prudentes. Il est nécessaire de bien protéger le mamelon.

Six cas ont été bien observés : il s'agissait de malades de 18 à 40 ans et le volume des tumeurs variait de celui d'une noix à celui du poing. Dans 3 cas les tumeurs ont complètement disparu. 1 à 2 H par séance, tous les deux jours, suffisent pour obtenir de bons résultats Le traitement a toujours été interrompu pendant les époques menstruelles, pour éviter les phénomènes douloureux.

DISCUSSION

M. Bonnefoy. — Au sujet du traitement des tumeurs bénignes du sein par la radiothérapie, je demande à citer un cas qui paraîtra dans un travail en cours



de publication qui vient à l'appui des remarques faites par M. Oudin sur la similitude des effets obtenus par les rayons X et par les effluves de haute fréquence.

Il s'agit d'une femme de 40 ans qui avait été opérée un an auparavant, d'une ablation du sein droit, qui présentait une tumeur volumineuse, dans laquelle on n'a trouvé aucun élément pouvant en déceler la malignité.

La malade a vu son sein gauche devenir le siège d'une nouvelle tumeur et avant de se résigner à l'opération elle a voulu tenter l'action du traitement électrique. Comme elle présentait en outre une adénopathie généralisée, j'ai institué un traitement par les courants de haute fréquence en alternant, un jour, le lit condensateur, le jour suivant les effluves. Au bout de quatre mois, l'adénopathie avait disparu : l'état général de la malade était considérablement amélioré ; enfin la tumeur avait diminué des trois quarts de son volume.

Il fut convenu que la malade viendrait, à la saison suivante, reprendre son traitement, et nous avons eu la grande satisfaction de constater que l'effet du traitement s'était continué pendant l'absence de la malade et qu'il ne restait plus aucune trace de la tumeur.

Les rayons X envisagés au point de vue purement analgésique dans le traitement palliatif du cancer.

Par M. A. GUILLEMONAT (de Paris).

Du fait que les rayons X ne guérissent pas toujours les cancers, ils ne doivent pas être pour cela rejetés du traitement de ces néoplasmes. Il est nécessaire de dresser des statistiques précises et impartiales de tous les cas, pour tirer des conclusions générales fermes.

S'il est souvent impossible d'arriver à la guérison du cancer par la radiothérapie, il est au moins possible de soulager les souffrances des malades. M. Guillemonat a observé ce dernier résultat d'une façon des plus nettes sur un bon nombre de malades. Dans quelques cas, il s'est même produit, outre la sédation des douleurs, des améliorations locales inattendues.

Pour arriver à ces résultats, il n'est pas nécessaire d'agir avec plus de deux H. En général, 1 H ou 1 H 1/2 répétés tous les huit ou quinze jours suffisent.

DISCUSSION

M. Luzenberger. — J'ai observé dans le traitement des tumeurs malignes avec les rayons X que l'amélioration des douleurs névralgiques est aussi un phénomène très important au point de vue du pronostic. Si, après trois ou quatre applications, les névralgies ne diminuent pas ou ne cessent pas, la réaction des tumeurs vis-à-vis des rayons de Röntgen est défavorable : au lieu de les voir se limiter et diminuer, elles s'irritent.

C'est pour cela que je trouve qu'il faut tenir grand compte de l'amélioration de la névralgie pour décider de la nécessité de la continuation du traitement.

M. Valobra confirme les observations de M. Luzenberger sur la signification pronostique des effets analgésiques des rayons X sur les tumeurs cancéreuses.

Il a aussi observé que chez les malades arrivés aux derniers stades de la maladie, le traitement röntgénien a été suivi d'une rapide aggravation des phénomènes locaux et généraux. Il estime partant nécessaire, d'être très prudent dans le traitement de ces malades, qui se présentent dans un très mauvais état général. Même dans les cas où nous ne croyons pas possible une guérison, nous n'avons pas le droit d'exposer les malades à une mort plus rapide.

Des erreurs dues au platinocyanure de Baryum dans les mesures radiométriques.

Par M. Ch. COLOMBO (de Rome).

Le procédé le plus habituellement employé pour mesurer les quantités de rayons X absorbées dans les applications thérapeutiques consiste dans l'usage des pastilles au platinocyanure de baryum de Sabouraud et Noiré. Malheureusement le changement de coloration de ces pastilles ne paraît pas se produire d'une façon parfaitement constante dans tous les cas d'expériences entreprises par M. Colombo, dans diverses conditions et avec des ampoules différentes ; il semble que les rayons calorifiques puissent concourir avec les rayons X pour faire virer la pastille. En outre, les pastilles virent plus ou moins vite, selon qu'elles sont plus ou moins hydratées, et selon, par suite, qu'elles ont été conservées dans un endroit plus ou moins sec. Il s'ensuit qu'il ne faut pas attribuer, aux indications du radiomètre de Sabouraud et Noiré, une valeur absolue, mais qu'il faut aussi recourir à d'autres moyens de contrôle et, en particulier, aux mesures électriques (milliampèremètre mesurant l'intensité du couran qui traverse l'ampoule).

Mémoire original in *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, T. IX, 1907, p. 335-341.



VENDREDI 7 SEPTEMBRE 1909

Séance de l'après-midi.

Présidence de M. le Professeur E. MANN.

COMMUNICATIONS DIVERSES

Résultat très favorable du traitement par les rayons X dans un cas de sarcome endothélial des glandes abdominales.

Par M. B. PESCAROLO (de Turin).

Le traitement radiothérapique des sarcomes a, jusqu'ici, donné bien peu de succès. Dans le cas observé par M. Pescarolo, il s'agissait d'un homme de 48 ans, atteint primitivement de sarcome testiculaire. Deux ans après une intervention apparurent de l'œdème des membres inférieurs, de la tuméfaction des ganglions inguinaux, un état général mauvais. Les phénomènes s'accentuèrent par la suite et l'on put, par la palpation, reconnaitre des masses ganglionnaires abdominales tuméfiées. On conclut à une métastase ganglionnaire du sarcome primitif.

Le traitement radiothérapique fut entrepris : on fit 25 applications quotidiennes de 20 à 24 minutes sur la fosse iliaque et la région lombo-sacrée droite. Puis les applications furent espacées. Il y eut bientôt une amélioration considérable, et les masses ganglionnaires fondirent rapidement. Une récidive se produisit cependant dans une autre région de l'abdomen avec phénomènes aigus d'occlusion intestinale. Un certain nombre d'applications amenèrent une guérison complète qui se maintenait au moment de la communication de M. Pescarolo, sans que celui-ci ose affirmer qu'il ne se produirait pas de nouvelles récidives.

Mémoire in extenso in *Annales d'Electrobiologie*, t. XIII, N° 1.

Röntgenthérapie de la leucémie.

Par M. V. MARAGLIANO (de Gênes).

Un malade de 45 ans était atteint de leucémie depuis 1903. En 1904, les symptômes de la maladie étaient tout à fait caractéristiques : leucocytes : 80.000, avec grande proportion de myélocytes ; hématies,

1.800.000. Lymphadénie assez volumineuse au cou et à l'aine. Le traitement radiothérapique, entrepris à ce moment, amena une grande diminution du nombre des globules blancs avec retour, presque à la normale, de la formule leucocytaire et du volume de la rate. Fait particulier : bien que les irradiations aient porté sur la rate et sur les ganglions cervicaux seulement, les ganglions inguinaux présentèrent les mêmes phénomènes de régression que les premiers.

Il s'agit donc ici, incontestablement, d'une action à distance des rayons X : ceux-ci n'ont donc pas, dans la leucémie, seulement une action locale, mais aussi une action générale. Peut-être se forme-t-il, dans l'organisme, une substance spéciale, leucotoxine ou autre, sous l'influence des irradiations. La nature véritable et l'origine de cette substance, si elle existe, sont encore ignorées. L'auteur serait d'avis d'irradier, dans tous les cas, la région cervicale, riche en organes lymphatiques, et les organes riches en sang, comme le foie, espérant activer ainsi les processus curatifs.

Mémoire original in *Annales d'Electrobiologie*, t. X, 1907, pp. 196-201.

Radiothérapie et paludisme.

Par M. V. MARAGLIANO (de Gênes).

Mémoire original in *Archives d'Electricité médicale*, 14[me] année, 1906, p. 899-901.

Cancerose et Tuberculose traitées par les Agents physiques.

Par M. FOVEAU DE COURMELLES (de Paris).

Les cancers traités par M. Foveau de Courmelles ont été l'épithélioma, le carcinome, le sarcome. Les épithéliomas sont les plus faciles à influencer, à améliorer et à guérir : les deux autres catégories sont plus résistantes.

L'auteur a appliqué aux néoplasmes des traitements physiques très divers, irradiations voltaïques, rayons X, sels de radium. Des résultats encourageants ont été obtenus même dans des tumeurs profondes (utérus, estomac).

Avec les rayons X et le radium, on obtient généralement la sédation des douleurs. Les doses faibles et répétées sont à préférer. Il se produit cependant parfois des réactions fébriles. La radiothérapie des fibromes donne aussi des résultats satisfaisants.

En fait de tuberculoses, l'auteur a traité des tuberculoses pulmonaires, cutanées, ganglionnaires, osseuses. Pour les lésions cutanées, il

donne la préférence à la photothérapie par la lumière de l'arc voltaïque. Pour les lésions pulmonaires, les étincelles de haute fréquence sont à préconiser. Dans les affections osseuses, on peut utiliser l'arc voltaïque refroidi ou les rayons X; de même pour les adénites bacillaires (15 à 20 séances de 20 minutes).

Un nouveau mode de traitement du cancer.

par M. DE KEATING-HART (de Marseille).

La méthode de l'auteur consiste dans l'emploi de l'étincelle de haute fréquence et de haute tension, déjà préconisée par M. Rivière, mais que M. de Keating-Hart applique d'une façon différente et dans un but également différent. Le but poursuivi par M. de Keating-Hart est non pas seulement l'escarrification des tissus cancéreux, mais leur *sidération* sous anesthésie générale.

Il se produit, sous l'influence des applications, une destruction intense des néoplasmes, avec affaissement et ramollissement. L'hémostase est parfaitement assurée, aucun accident consécutif ne se produit.

L'action de l'étincelle s'étend en profondeur : elle est aussi décongestive, par suite de sa puissance vaso-constrictive. Enfin, l'étincelle est aussi éliminatrice; il se produit, au niveau de la tumeur, une escarre molle laissant échapper abondamment un liquide séreux. La durée des applications peut varier, suivant l'étendue, l'aspect, la profondeur des lésions, de dix minutes à trois quarts d'heure et plus.

L'auteur a traité par son procédé seize cancers graves, du sein, de la peau, de la langue, du larynx : treize malades ont survécu et, dans la plupart des cas, les (1) résultats ont été extrêmement remarquables ; il semble donc que la diversité des formes de cancers et des régions traitées n'influe pas sur la valeur de la méthode.

Mémoire original : *in Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, t. X, 1907, p. 79-92.

DISCUSSION

M. Doumer fait remarquer que cette méthode a déjà été préconisée par M Rivière, de Paris, qui, au Congrès de Paris de 1900, a apporté une série de cas de cancers de la peau très remarquablement guéris par les étincelles de haute fréquence. Puis il parle d'un cas d'épithélioma de la peau qu'il a traité à la fois par des irradiations röntgéniques et par des étincelles de haute fréquence. Les résultats ont paru bons : il y a eu manifestement diminution du volume. Malheureusement, le malade n'a pu continuer le traitement, pour des raisons qu'il ignore.

Irradiation röntgénique préventive intra-abdominale, après l'intervention chirurgicale, dans un cas de cancer de l'utérus.

Par MM. C. COMAS et A. PRIO (de Barcelone).

Les auteurs préconisent les irradiations post-opératoires préventives des récidives dans les cancers. L'application de cette méthode facile pour les néoplasmes superficiels devient plus malaisée lorsqu'il s'agit de tumeurs profondes. Cependant, le chirurgien peut, dans ces cas, laisser aux rayons une voie suffisante pour que les irradiations agissent directement sur le siège du mal.

Ainsi, chez une femme de 33 ans, atteinte de cancer du col utérin et qui avait subi l'opération de l'hystérectomie abdominale totale avec évidement pelvien, on laissa, après l'intervention et le tamponnement par le sac de Mickulicz, la paroi abdominale ouverte sur une étendue de 8 centimètres. Au bout de quelques jours on fit, par cette brèche, des irradiations de 10 à 30 minutes ; sept applications furent faites en 22 jours ; elles furent parfaitement supportées, et il ne se produisit même pas de réaction locale importante. La plaie fut alors saturée, et l'on pratiqua quelques applications supplémentaires à travers la paroi et par la voie vaginale.

Malgré une fistule vésico-vaginale qui persista quelque temps, l'état de santé de la malade est demeuré excellent et elle a pu reprendre ses occupations habituelles. Les dangers que l'on pouvait craindre d'irradiations portant directement sur la surface péritonéale, ne se sont pas révélés, et la méthode s'est montrée, dans ce cas, aussi inoffensive que profitable pour l'opérée.

(Mémoire in extenso in *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, t. X, 1907, page 152-161).

Appareil pour l'étude du rayonnement des corps radioactifs.

par M. J. DANNE (de Paris).

On sait que le rayonnement émis par les substances radioactives est, en général, hétérogène ; ainsi, pour le radium, il est composé par un mélange de trois types de radiations : α, β, γ. Ces radiations étant, suivant les cas, en proportions très variables, il était nécessaire de pouvoir déterminer aisément les caractères d'un rayonnement donné, et seule la méthode reposant sur l'ionisation des gaz, c'est à dire sur la conduc-



tibilité prise par l'air sous l'influence des substances radioactives, permettait de résoudre la question.

Pour déterminer un rayonnement, il faut définir la nature des rayons émis, leurs proportions relatives, leur pouvoir pénétrant respectif. M. Danne se sert, pour cela, d'un appareil de son invention et qui se compose d'un électroscope très sensible, de capacité variable parfaitement isolée, et d'un jeu d'écrans. L'appareil est gradué en volts. Pour faire une mesure, on détermine, au moyen d'un chronomètre à secondes, le temps nécessaire pour que la feuille d'or passe d'un point fixé à un autre, la distance de ces deux points correspondant à une chute de potentiel connue. La chute de potentiel par unité de temps donne une mesure de l'intensité de la radiation.

En employant divers écrans qui arrêtent respectivement les rayons α, β, et γ, on peut isoler et étudier individuellement chacun des rayonnements compris dans le rayonnement global.

Mémoire in extenso *in Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, T. X, 1907, page 183-187.

QUATRIÈME JOURNÉE

SAMEDI 8 SEPTEMBRE

Séance du matin.

Présidence de M. LIBOTTE.

Rapport sur la stéréoscopie et la stéréométrie radiographique et radioscopique.

Par M. Th. GUILLOZ (de Nancy).

(Voir page 206).

L'état actuel de la photothérapie.

Rapport de M. J. WINKLER (de Vienne).

(Voir page 262).

DISCUSSION

M. Schiff. — Je sais très bien qu'il devrait être défendu, dans un Congrès de sciences exactes, de faire des hypothèses et de prononcer des théories. Mais pourtant je ne peux pas m'abstenir de donner lieu à l'idée qui me vient en voyant tous les phénomènes si curieux qu'on observe depuis quelques années. Je crois que tous les effets produits, soit par les rayons chimiques, soit par les rayons calorifiques, soit par les rayons Rœntgen ou par le radium, ne sont que des effets que nous devons à l'ionisation et à la production d'ozone, c'est-à-dire à l'hyperoxydation des tissus.

M. Steiner (Rome). — Anche me indipendentemente da *Winkler* (v. la mia comunicazione « Sulla fototerapia dei limfome »), con le sperienze e espérimente sono arrivato allo stesso resultato finale, loquale ci deve indicare la divezione la quale deve segnire la fototerapia moderna. Senza dubbio il *Finsen* tanto compianto da noi ha immensi meriti come fondatore e iniziatore della fototerapia ; ma i tempi (espineuze di *Scholtz*, *Winkler*. *Steiner*), hanno dimostrato che le tesi fondamentali di finsen sulla forza battericida dei raggi nei fessuti (diffesente di quella nelle pmoette) non si ha rerificato essendo slati *Halberstaetter* e *Klingmüller* (Breslaria) riusciti produrre nelle cavita dei conilli una subesculosi inoculandoli tessuto umano curato eclinicamente guarito con metodo di finsen. D'altra parte l'espérieuze fatte da *Eappeiner*, *Dreyner*, *e da noi* ei

hanno cimostrato che i medesimi resultati si possono ottenere con applicazioni di qualunque parte del spettro rosso, sotte la condizione che la intensita (energia) radiante rimane la stessa. L'effetto fisiologico loquale non è nulla altro che una parte della ènergia radiante dipende dell'assorbimento dei saggi dalla parte dei nostri tessuti. Questi ultimi sono naturalmente adatti solo per i raggi delle vibrazioni corti neentse per quelle Innghe la natura le adatta per mezzo del pigmento naturale loquale fa da mediatore fra la forza radiante ed il protoplasma delle cellule ; la cura con « la transformazione dei colori » non è altro che una pigmentazione artificiale con lo stesso scnopo. Se tutte qnesti è verificato poi l'efetti della fototerapia si presantano come una semplice ipesossidazione dei tessuti lu quale possiamo con divene agenti chimici anche imitase. Cosi mantenendo solo la intensita dei saggi con qualunque spécisoli questi possiamo ottenese stesso scnopo.

M. Schiff. — Nous acceptons l'opinion de Chatinière que sous l'influence des radiations rouges s'accroît la résistance des tissus à l'infection ; les manifestations de la variole deviennent plus bénignes et durent moins longtemps. Les pustules n'arrivent pas à la suppuration et guérissent, comme Finsen l'a constaté, sans laisser de cicatrices.

Aussi, pour d'autres maladies exanthématiques, les résultats du traitement par la lumière sont satisfaisants, et la méthode doit être expérimentée sur une large échelle, parce qu'il nous semble sûr qu'il s'agit d'un effet spécifique de la lumière rouge.

Si nous appelons le traitement de Finsen la photothérapie positive, on conçoit bien que la méthode de traitement par la lumière rouge est une photothérapie négative, parce qu'elle a pour but d'exclure les radiations chimiques, sur lesquelles le traitement de Finsen est basé.

Actuellement on emploie beaucoup, en Russie, la lumière bleue, et ce système, expérimenté par un grand nombre de médecins russes, semble donner des résultats favorables au traitement de l'eczéma, de qnelques dermatoses, de névralgies et de rhumatismes. Mais ces effets n'appartiennent pas à la photothérapie, parce qu'il s'agit de radiations calorifiques. Cependant Kaiser, de Vienne, a indiqué une vraie méthode de la photothérapie bleue, en utilisant l'arc électrique et un appareil qui ne laisse passer que les radiations bleues, Par cette méthode il a eu des résultats heureux dans le traitement de la tuberculose de la peau et des os.

En résumant les effets de la photothérapie actuelle, nous voyons que le génie du grand Danois Finsen domine tous les expérimentateurs qui ont établi l'état actuel de notre discipline. Il était un homme de grandes idées qui savait surmonter les plus forts obstacles dans ses travaux. En nous appuyant sur ses expériences, nous voulons continuer son travail et nous devons nous borner à souhaiter qu'il y ait à l'avenir beaucoup de savants qui sauront imiter l'exemple de ce grand Danois.

Doumer ne partage pas tout à fait l'opinion de Schiff que l'action de la lumière peut s'expliquer par des phénomènes d'oxydation, et particulièrement de production d'ozone.

Dans l'état actuel de la science, nous ne pouvons encore chercher, même d'une façon approximative, une théorie de cette action. Tout ce que nous pouvons dire c'est que les protoplasmas cellulaires, par suite d'une longue sélection, se sont accomodés, les uns à l'absence de la lumière, les autres, au contraire, à l'énergie lumineuse, et même, par une différenciation de plus en plus

grande, à telle ou telle radiation lumineuse. Il en est ainsi pour les cellules normales et pathologiques qui vivent dans nos tissus ; si, comme on le fait dans la photothérapie, on modifie les conditions lumineuses dans lesqnelles elles vivent d'habitude, on gêne leur développement et on peut les tuer. Mais si l'on ne peut rien préciser de plus, on peut cependant faire remarquer que la lumière, les rayons X, les émanations du radium et les applications électriques, qui ont tant de points communs au point de vue thérapeutique, ont aussi cette propriété commune de modifier l'ionisation des tissus.

M. Ferdinand Winkler. — C'est sûr qu'il y a des dermatoses qui sont absolument dues à l'action de la lumière du soleil ; mais cela ne nous empêche pas d'employer la lumière comme un agent excellent de la thérapie, et nous avons à étudier en quelle forme nous pourrions éviter les actions pas voulues. Quant aux mots de M. Petit, je crois que l'avenir de la photothérapie du Lupus vulgaire appartient aux combinaisons des lampes à arc électrique avec la lampe à mercure, parce que ce traitement ne fatigue ni le médecin ni le malade.

Communications diverses

De l'emploi d'une table spéciale permettant l'examen radioscopique au cours de certaines interventions chirurgicales.

Par M. HARET (de Paris).

Les divers modèles de tables d'opération permettant un examen radioscopique, construites en Allemagne, ne répondent pas complètement aux désirs des opérateurs; la mobilité de l'ampoule et l'emploi du diaphragme sont des conditions essentielles pour arriver à de bons résultats.

La table de M. Haret mesure 1 mètre de longueur sur 60 centimètres de largeur ; une autre table simple peut être fixée à l'une ou à l'autre de ses extrêmités, pour réaliser une table d'opérations de longueur convenable.

Les appareils radiogènes sont fixés au-dessous de la première table, sur un chariot mobile en tous sens. Le diaphragme se compose de deux feuilles opaques aux rayons X et percées de deux échancrures, que l'on peut rapprocher ou éloigner. L'écran est porté par un support vertical et peut, à l'aide d'un mécanisme simple, venir se placer au-dessus de l'opéré, aussi souvent que l'opérateur le désirera. L'asepsie n'est nullement compromise par les manipulations radioscopiques, le champ opératoire pouvant être recouvert aisément de compresses stérilisées qui sont transparentes aux rayons. Ce dispositif est destiné à rendre de grands services dans la recherche des corps étrangers.

Mémoire in extenso in *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, Tome X, 1907, p. 211-214.



Sur une méthode générale en radiographie.

Présentation du support universel : le radio-correcteur.

Par M. P. Ch. PETIT (de Paris).

En collaboration avec MM. BONIFACE et AUBERT.

Un radiotype devant être reconstitué à toute époque et en tout lieu d'une façon uniforme, il est nécessaire de réaliser les conditions suivantes : radiographie exécutée suivant des positions médicales classiquement adoptées ; quantum de déformation évaluable ; indication exacte des données constitutives du cliché. De l'examen des causes d'erreurs possibles en radiographie, on conclut qu'il est indispensable d'établir une relation entre les deux éléments : orientation du tube et distance du tube au sujet, afin d'obtenir une déformation minima.

C'est afin de réaliser ces désidérata que les auteurs ont construit leur support radio-correcteur : Il se compose de deux chassis réunis symétriquement par un plan de base, lequel sert de support et de chemin de déplacement à un pied porte-ampoules. Le pied porte une graduation, et, à sa partie supérieure, un bras horizontal mobile dans toutes les directions et terminé par une pince porte-ampoules. Une graduation permet de lire en même temps et l'épaisseur de l'objet à radiographier et la distance de l'ampoule à la plaque.

Cet appareil se prête à toutes les opérations et combinaisons qui peuvent être utiles au radiologiste : radiographies ordinaires, radiographies stéréoscopiques, recherche des corps étrangers, pelvimétrie. Les auteurs proposent d'adopter une unification des positions médicales par l'emploi d'une notation claire et simple, et ils en donnent un exemple pratique.

Mémoire original in *Annales d'Électrobiologie et de Radiologie*, T. X, 1907, page 171-182.

DISCUSSION

M. DE KEATING-HART. — Je crois que le principe des projections coniques n'est pas atteint par la très intéressante observation du Dr Petit, et que si dans la réalisation, ces projections subissent des déformations, cela est dû à des vices de construction. Théoriquement, c'est sur un point de l'anticathode que doit se former le faisceau conique venu de la cathode. Mais il ne s'agit pas d'une projection conique, il peut et il doit y en avoir plusieurs qui s'entrecroisent et se déforment.

M. LURASCHI. — Je crois qu'il faut nécessairement ajouter à l'appareil de M. Petit le radio-guide de M. Guilleminot.

M. WERTHEIM-SALOMONSON se permet de rappeler qu'il a indiqué, il y a déjà plusieurs années, un moyen extrêmement simple pour graver sur la

plaque la trace de la projection normale du point d'émission des rayons X. Il radiographie en même temps que le sujet une petite plaque rectangulaire sur le coin de la plaqne. En allongeant les côtés de l'ombre projetée sur la plaque, on trouve immédiatement le point demandé. Ce moyen permet encore de garder la mesure de la hauteur de l'anticathode au dessus de la plaque : un petit calcul extrêmement simple nous la donne.

M. Doumer rappelle que c'est à tort que l'on attribue à M. Guilleminot l'invention d'un radioguide formé par une tige fil à blomb.

En réalité cet appareil a été décrit, avec beaucoup de précision, par M. Ropiquet, au premier Congrès international d'Electrologie et de Radiologie Médicales, en 1900.

Le problème rœntgoscopique.

Par M. V. MACHADO (de Lisbonne).

Les résultats fournis par la radioscopie sur écran sont toujours moins satisfaisants que ceux donnés par la radiographie, ce qui tient à ce fait que les plaques photographiques sont moins sensibles que l'écran aux radiations secondaires qui accompagnent les rayons X véritables. M. Machado désigne sous le nom de radiogramme *idéal*, l'image produite par les rayons X supposés partis d'un point de l'anticathode considéré comme leur foyer. En pratique il n'en est pas ainsi, à cause des dimensions réelles du foyer et de l'émission des rayons secondaires parasites qui nuisent à la netteté de l'image.

Or, il existe pour chaque ampoule, selon sa nature particulière, une décharge électrique *optima* capable d'engendrer sur l'anticathode un foyer réduit à peu près à un point géométrique. Il y a aussi pour les décharges, un nombre *optimum* de succession. En outre, les rayons parasites sont plus abondants et plus intenses toutes les fois que l'on emploie dans l'excitation de l'ampoule des décharges à trop haut potentiel. D'un certain nombre de considérations de cet ordre, M. Machado déduit que l'ampoule la plus convenable pour un examen radioscopique est celle qui produit des rayons X, avec l'intensité exigée dans le cas en observation, *sous le moindre voltage possible*. Ces conditions sont surtout réalisées par les petites ampoules excitables par des décharges de 10 cms d'étincelle, mais qui malheureusement durcissent très rapidement. Il est bon d'éviter l'interrupteur de Wehnelt, et en tout cas de ne faire produire à l'interrupteur employé que le nombre d'interruptions strictement indispensables à la fixité des images sur la rétine.

Cependant, la réalisation parfaite de l'examen radioscopique idéale n'est pas encore effectuée : elle constitue à l'heure actuelle le ***problème radioscopique***.

Mémoire in extenso in *Annales d'Électrobiologie*, T. X, 1907, p. 200-205.

Sur la photothérapie des lymphomes.

Par M. R. STEINER (de Rome).

Les lymphomes, lorsqu'ils ont acquis un certain volume, constituent pour la chirurgie un *noli me tangere*: la radiothérapie ayant donné de beaux succès dans certains cas, M. Steiner a pensé à essayer la photothérapie, plus facile à appliquer dans les pays méridionaux. Il rapporte quatre cas traités par lui, trois d'adénites tuberculeuses et un de lymphome malin du cou ; les résultats ont été excellents : dans tous les cas la cure de photothérapie était accompagnée d'injections de substances colorantes destinées à faciliter l'absorption des radiations actives de la lumière : bleu de méthylène, rose de Bengale, rouge de Magdala ; M. Steiner a observé la régression des tumeurs et leur disparition au bout d'un traitement de trois à six mois.

L'action des matières colorantes, injectées avant les applications de la lumière, a donné lieu a de nombreuses controverses. Il semble que l'on rende ainsi les tissus normaux et pathologiques plus sensibles aux radiations et plus propres à les absorber. Il est probable d'ailleurs que seuls les éléments cellulaires, déjà en état de moindre résistance, sont capables de fixer les colorants, et que, par suite, la lumière exerce différemment ses effets sur les divers tissus normaux ou pathologiques : les bactéries elles aussi, absorbent à des degrés différents les matières colorantes : un fait certain est que la pénétration de la lumière dans les couches profondes des tissus est réalisée d'une manière beaucoup plus complète après l'injection des colorants. L'action de la lumière sur les cellules est peut-être une action catalytique, consistant dans le détachement de l'oxygène et entraînant une destruction des éléments cellulaires.

(Mémoire in extenso in *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, T. X., 1907, p. 122-127).

Jusqu'à quel point, d'après les expériences faites jusqu'à ce jour, la radiothérapie peut-elle remplacer le traitement chirurgical des tumeurs malignes (carcinomes, sarcomes. lymphomes) ?

Par M. STEINER (de Rome).

M. Steiner examine séparément la radiothérapie, la photothérapie et la radiumthérapie. Pour ce qui concerne la première, dans le cancer de la face et ses variétés (*ulcus rodens*, etc.), si l'extirpation chirurgicale reste le meilleur mode de traitement, on peut avoir de très beaux résultats par les applications rationnelles de rayons X En effet, cette méthode n'est pas douloureuse ; on peut l'appliquer même chez le vieillard ; son

action est limitée au tissu malade; enfin, les cicatrices obtenues sont moins visibles que celles que laisse une intervention sanglante. L'avenir seul pourra dire si les succès obtenus sont réellement durables. Les cancers des cavités (nasale, buccale, etc.) sont moins favorablement influencés. Dans le cancer du sein, il semble que, dans les cas opérables, l'intervention suivie d'applications radiothérapiques soit à préconiser : Cette méthode mixte, lorsqu'elle est applicable, semble diminuer les récidives; dans les cas inopérables, le seul recours reste la radiothérapie.

Les sarcomes de la peau présentent une sensibilité toute spéciale aux rayons X : ceux-ci donnent ici de plus beaux résultats que la chirurgie. Le mycosis fongoïde est lui aussi très favorablement influencé. Quant aux lymphosarcomes, les rayons X paraissent, pour eux, bien supérieurs à l'intervention.

La radiumthérapie a contre elle le prix élevé du radium; ses avantages résident surtout dans la possibilité des applications à certaines régions anfractueuses (cavités naturelles). En somme. les résultats ne diffèrent guère de ceux des rayons X, sauf dans les tumeurs des muqueuses, où le radium paraît combler une lacune de la radiothérapie.

Enfin, la photothérapie, dans ses diverses formes, exerce une action élective sur les tissus lupiques et cancéreux; elle peut, dans certains cas, entrer en lice avec la chirurgie, l'égaler et même la dépasser.

(Mémoire original in *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, T. X. 1907, p. 128-144).

L'ataxie et les bains de lumière.

Par M. FOVEAU DE COURMELLES (de Paris).

L'auteur a eu l'idée d'employer les bains généraux de lumière au traitement des douleurs fulgurantes des ataxiques, Le patient est plongé dans une caisse en bois contenant 50 lampes à incandescence, et dont sa tête émerge seule. Il n'y a aucun avantage à employer les lampes à arc, les rayons ultra-violets ne traversant pas le verre.

On obtient ainsi la sédation de la douleur et la marche devient plus sûre, en même temps que les réflexes s'améliorent. Dans certains cas, on peut se servir avec avantage de lumières autres que la lumière blanche, et la lumière bleue semble posséder une action tout particulièrement calmante. De même que l'ataxie, certaines névralgies intolérables peuvent céder sous l'action de la méthode des bains lumineux.

Porte-électrodes universel.

Par M. Foveau de COURMELLES (de Paris).

Ce porte-électrodes est du type dit à effets réglables et peut recevoir toutes les électrodes actuellement utilisées. Cet appareil est construit en ébonite, et la main de l'opérateur est, avec lui, à l'abri de tout contact accidentel avec le courant. Le réglage se fait aisément par la pression du pouce sur un bouton qui entraîne un piston en ébonite, dont le déplacement fait varier graduellement l'intensité du courant. Le dispositif employé écarte de la main de l'opérateur, et met d'un même côté de la plaque de garde, les fils amenant le courant. L'isolement de l'appareil est parfait, et son poids et ses dimensions sont très réduits.

Photothérapie.

Par M. Foveau de COURMELLES (de Paris).

Les rayons X et le radium n'ont pas entièrement supplanté la photothérapie ; il se fait vers cette dernière méthode, quelque temps délaissée, un mouvement de retour ; l'auteur confirme les assertions de sa communication de 1902 sur la triple action analgésique, modifiante, destructive de la lumière : la modalité lumineuse la moins dangereuse à appliquer paraît être l'arc voltaïque refroidi. L'auteur a traité par l'arc de nombreux cas de lupus, d'épithéliomas, de pelades, des lupus laryngés, des suppurations diverses de la bouche, du nez, du rectum. L'arc refroidi n'utilise pas seulement les rayons ultra-violets, mais toutes les radiations, sauf les calorifiques. La compression et l'apparition de phlyctènes ne sont nullement indispensables.

Présentation d'un tube de rayons X à thermo-régulation.

Par M. de KEATING-HART (de Marseille).

Le tube présenté par M. de Keating-Hart, à l'encontre des tubes à régulation ordinaires, ne possède aucun organe supplémentaire ; sur la grande ampoule est simplement soufflée une petite ampoule en communication avec la première et recouverte extérieurement de toile d'amiante.

Le réglage se fait simplement, pendant la marche, par le chauffage de la petite ampoule. M. de Keating-Hart pense que l'hypothèse de l'absorption des particules gazeuses par les électrodes est impuissante à expliquer l'arrêt du durcissement de l'ampoule au bout d'un certain

temps de fonctionnement du tube. De ses propres observations, il croit pouvoir conclure : qu'une ampoule durcit d'autant plus vite que son anticathode est plus chaude et qu'elle-même est plus froide ; qu'une enveloppe de caoutchouc placée autour de l'ampoule amène un régime remarquablement stable dès que cette enveloppe s'est échauffée : qu'en chauffant le verre à haute température on rend le vide moins complet, et que le chauffage du verre produit constamment les mêmes effets ; enfin, que le vide s'accentue d'autant plus que la chaleur intérieure est plus élevée par rapport à la température extérieure.

De là l'hypothèse d'un passage des particules gazeuses, à travers le verre, du milieu le plus chaud au milieu le plus froid, et la possibilité, en chauffant le verre de l'ampoule, de renverser lo sens du courant gazeux et de diminuer le degré de vide du tube.

DISCUSSION

M. Doumer trouve séduisante l'hypothèse de M. de Keating-Hart et se demande si elle n'expliquerait pas la régénération dans les ampoules à réglage automatique.

M. Luraschi croit qu'il suffit de chauffer l'ampoule même au lieu d'employer le diverticulum.

M. Guillemonat objecte qu'en chauffant les ampoules à rayons X. on ne peut les ramollir indéfiniment, et il demande pourquoi, en chauffant le diverticulum, on peut toujours ramollir. Il se rallie à l'idée qu'on ne chauffait pas suffisamment.

M. de Keating-Hart. — A la première objection, je réponds qu'il ne s'agit point de chauffer le tube à une flamme peu chaude ni de la promener rapidement à sa surface, mais d'obtenir des températures extrêmement élevées et exercées sur le même point un certain temps de suite, ce qui, si le tube n'est pas protégé par de l'amiante, est dangereux pour lui.

Quant à la nécessité d'un diverticulum, elle est due à ce fait que le plus souvent les ampoules en fonctionnement sont placées en diverses positions et enveloppées plus ou moins de localisateurs ; la flamme a de la peine à atteindre l'endroit que l'on veut chauffer, tandis que le diverticulum facilite extrêmement l'opération.

Présentation d'appareils divers
Support de tubes de Crookes.

Par M. de KEATING-HART (de Marseille).

(Mémoire original in *Archives d'Electricité médicale*, N° 196)

Un nouveau localisateur-protecteur pour ampoules de Crookes.

Par DE KEATING-HART (de Marseille).

Les différents localisateurs-protecteurs construits jusqu'à présent ayant tous des inconvénients sérieux, M. de Keating-Hart a songé à utiliser le caoutchouc rendu opaque aux rayons X à l'aide de sels de plombs mêlés à sa fabrication ; l'appareil de l'auteur n'a pas les inconvénients du localisateur en ébonite métallisé de Belot, d'un prix élevé, d'un transport difficile, et qui laisse entre lui et l'ampoule un espace qui peut être une cause de durcissement assez rapide de celle-ci.

Le localisateur de M de Keating-Hart est un masque ou étui partiel recouvrant le tube de Crookes ; il est constitué de pièces indépendantes, réunies les unes aux autres par des boutons et des œillets. Trois cylindres de diamètre différent peuvent être fixés alternativement sur la rondelle évidée qui délimite le champ radiothérapique maximum. Loin de hâter le durcissement de l'ampoule, cet appareil parait au contraire le retarder, ainsi qu'il découle des observations de plusieurs opérateurs : il semble donc répondre aux besoins courants de la radiothérapie et de la radiographie ; s'il ne se fixe que difficilement sur les ampoules d'un diamètre supérieur à 13 cms., il s'adapte aisément sur les tubes d'un diamètre inférieur.

Mémoire in extenso : *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, t. X, 1907, p. 18-20.

Séance de l'après-midi.

Présidence de M. le Professeur CIRERA-SALSE.

Communications diverses

Nouvel instrument pour mesurer l'intensité et le dosage des rayons X *(Das Fällungsradiometer)*.

Par M. G. SCHWARZ (de Vienne .

Voy. *Journal belge de Radiologie*, année 1907, N° 6, pp. 338-348.

DISCUSSION

M. Pini. — L'importance de la communication de M. Schwarz est grande, et tout le monde aura relevé la valeur de sa méthode. On doit surtout remarquer la supériorité de la méthode de Schwarz sur les autres méthodes calorimétriques, entre lesquelles je connais plus spécialement celles de Sabouraud et Bordier. Ces deux méthodes ont de nombreux points de contact, mais celle de M. Bordier répond mieux aux différentes exigences thérapeutiques, car elle est représentée par divers types de graduation, sans ajouter que la distance de la pastille à l'anticathode n'est plus limitée. Sous le point de vue du virement, bien peu de différences existent entre les deux pastilles : à remarquer seulement que la teinte Sabouraud est quelque peu plus faible que celle de Bordier, et que le virement de cette dernière est moins rapide que celui de la première. Une autre observation que j'ai pu faire, c'est qu'on peut employer une deuxième fois les pastilles de Bordier aussi bien que celles de Sabouraud, si l'on a soin de les laisser exposées à la grande lumière.

Tout le monde connaît la difficulté de lire les pastilles soumises aux rayons X; je veux ajouter qu'en outre des difficultés subjectives, il existe aussi la difficulté de se procurer une intensité constante de la lumière du jour au moment de la lecture.

Je tiens enfin à faire connaître les résultats de quelques expériences que j'ai faites avec le Docteur *Busi*. On a dit que les variations de couleur du platinocyanure de baryum consistent surtout dans un processus de déshydratation ou d'hydratation du platinocyanure même. Eh bien! j'ai pu constater que, si après avoir soumis les pastilles aux rayons X, on les enduit d'une substance qui empêche l'hydratation et qu'on les expose à la lumière, elles reviennent presque complètement à la couleur normale.

M. Rosenthal croit que le radiomètre de Schwarz est une importante amélioration des instruments de dosage. Seulement, selon la qualité des rayons X, cet appareil même ne donne pas toujours des valeurs constantes, et il propose la régularisation de l'instrument pour en obtenir la constance, laquelle dépend, selon lui, de la forme du récipient destiné aux différentes qualités de rayons X et joint à l'appareil.

M. Guillemonat. — En admettant que le précipité soit absolument proportionnel à la quantité de rayons X, je fais observer que le précipité est peu transparent aux rayons X, et comme ce liquide est dans un entonnoir, les parties périphériques reçoivent plus de radiations que le fond de l'entonnoir. Par suite, surtout pour de longues séances, la proportionnalité entre les rayons X et le précipité reste rompue.

Il faudra, par suite, faire des expériences précises pour savoir si cette objection technique a une importance pratique.

Au point de vue de la mesure par les couleurs, il y a presque impossibilité d'un dosage exact, les conditions d'éclairage et d'œil de l'opérateur n'étant pas toujours les mêmes pour chaque opération.

M. Wertheim-Salomonson soumet encore à M. Schwarz la possibilité de mesurer la réaction sur son réactif, non par la méthode volumétrique, mais par une méthode photométrique. Si l'on compare, par exemple, dans un tube ordinaire avec la transparence d'un prisme de verre opalescent, on pourrait mesurer la réaction avec plus de rapidité et plus de facilité qu'avec la méthode volumétrique après avoir centrifugé préalablement le liquide.

M. Doumer rejette absolument toutes les mesures basées sur l'appréciation des teintes : elles sont forcément inexactes.

La méthode de M. Schwarz lui semble meilleure ; cependant, il appelle l'attention de l'auteur sur la possibilité que toutes les radiations n'aient pas les mêmes propriétés chimiques, et que, par conséquent, sa méthode ne donne pas de mesures vraiment proportionnelles aux quantités des radiations émises.

M. Luraschi pense que toutes les méthodes que nous avons ne sont point exactes et, surtout, point pratiques.

Le radiologue désire avoir un appareil idéal qui puisse être employé par lui comme un galvanomètre quand le tube fonctionne, et qui puisse lui indiquer, pendant toute la durée de l'application, la quantité des rayons X. Eh bien! Messieurs, il y a deux voies pour résoudre le problème : la voie chimique et la voie physique. Jusqu'aujourd'hui on a tenté la voie chimique, dont le dernier appareil est précisément celui de M. Schwarz.

Essayons, à présent, la voie physique : Je propose aux Congressistes de suivre les résultats d'une expérience très intéressante de M. l'ingénieur italien Carcano, qui a démontré que le plomb soumis à l'action des rayons X subit une transformation moléculaire qui empêche de l'employer pour construire des accumulateurs.

Je crois qu'en suivant ce principe nous pourrons, au prochain Congrès, présenter l'appareil idéal de mesure des Rayons X.

M. Bellini. — Le radiomètre présenté par M. Schwarz marque certainement un grand progrès dans la radiométrie ; je voudrais pourtant proposer quelques modifications qui, à mon avis, sauraient être avantageuses.

Le radiomètre Schwarz indique la quantité des rayons X qui tombent dans l'ouverture de l'entonnoir de l'instrument ; mais il est évident que, tandis que les rayons peu pénétrants sont presque complètement absorbés par les couches superficielles du liquide contenu dans l'entonnoir, les rayons les plus pénétrants sont presque tous absorbés par les couches de la partie centrale de l'entonnoir ; mais plus on va vers les bords supérieurs, on voit que, en allant frapper les parois obliques de l'entonnoir et des couches toujours moindres de solution, les rayons produisent dans la solution une précipitation de moins en moins importante, et ils sont par conséquent signalés dans une quantité de plus en plus petite. Les tubes

durs donneront donc une mesure proportionnellement inférieure à celle des tubes mous. Cela n'arriverait point si la forme du radiomètre, au lieu d'être en entonnoir, était cylindrique; mais dans ce cas, ayant un fond large, on ne pourrait point mesurer la précipitation aussi aisément que dans le petit tube terminal de Schwarz.

J'aurai donc recours à une autre méthode : je prendrai un petit tube à expériences cylindrique, rempli de la même solution que celle de Schwarz, dont on connaisse exactement le poids spécifique. Soumis à la radiation, à cause de la précipitation du calomel, il est évident que le poids spécifique du liquide diminuera; et si alors, après la centrifugation, on mesure de nouveau le poids spécifique du liquide par un aréomètre, on verra que l'index de celui-ci aura élevé la ligne d'abaissement dans une mesure proportionnelle à la diminution du poids, correspondante en mesure à la précipitation de calomel, c'est-à-dire en proportion de la plus grande ou de la plus petite irradiation. Cette modification au radiomètre Schwartz, aurait, selon moi, les avantages suivants :

I. Elle simplifierait la construction de l'appareil, réduit à une simple prouvette, plus facile à manier et à nettoyer.

II. Elle donnerait la mesure précise de tous les rayons X, des moins pénétrants aussi bien que des plus pénétrants.

III. Elle rendrait le mesurage plus sensible et moins sujet à des causes d'erreur tel que, par exemple, l'imparfait nettoyage du petit tube calibré de M. Schwarz, où le plus petit grain ou la moindre particule graisseuse peut altérer la hauteur de la colonne de calomel précipité, sans compter que la hauteur de cette colonne y est aussi dépendante de la centrifugation plus ou moins violente, ce qui peut rendre la colonne plus ou moins compacte.

M. Wertheim Salomonson prie M. Schwarz de lui indiquer si la hauteur de la colonne de calomel lue dans le tube varie si l'on centrifuge plus longtemps.

M. Iochessati observe, à propos des appareils pour mesurer l'absorption des Rayons X, qu'ils laissent tous beaucoup à désirer pour leur exactitude dans la pratique.

M. Petit observe que l'appareil de M. Schwarz a un défaut. Notre corps est formé d'électrolytes dissous dans une solution salée. Or, il faudrait pouvoir déterminer le pouvoir isotomique de nos tissus et celui du mélange de l'appareil. Lorsque nous aurons ainsi mesuré ces choses comparables, on en verra les résultats.

M. Schwarz. — La forme du récipient est sans importance, seulement elle doit être constante. La proposition de M. Bellini d'employer la mensuration spécifique serait théoriquement exacte. Redner l'aurait constaté déjà.

Le nettoyage des tubes capillaires est très facile.

On centrifuge jusqu'à la hauteur de la haute tension et, puisque le dépôt se produit lentement, on peut, en peu de secondes, atteindre la hauteur voulue. On peut ainsi, avec toute rapidité, centrifuger et mesurer la dose des rayons sans qu'il arrive aucun changement dans la hauteur.

Dilatateur hydro-électrique graduable dans le processus blennorragique chronique.

Par M. G. VIANA (de Novare)

L'auteur avait déjà, l'année précédente, fait connaître sa méthode thérapeutique des blennorragies chroniques par le dilatateur hydro-électrique. Grâce à cet appareil, il est possible de détruire les néoformations conjonctives du canal, avec une hémorragie insignifiante, sans douleur et sans danger pour le malade.

Ce dilatateur est formé de deux tiges métalliques creuses ; l'une sert à l'aller du liquide, l'autre à son retour ; ces deux tiges peuvent être plus ou moins éloignées l'une de l'autre au moyen d'une vis micrométrique. Les tiges portent un réophore pouvant être rattaché à une batterie galvanique. Trois ou quatre séances suffisent pour obtenir une dilatation avec destruction totale de toutes les formations conjonctives. A l'appui de ses assertions, M. Viana apporte quatre observations. Dans ces quatre cas, qui concernent des blennorragies chroniques plus ou moins anciennes avec rétrécissements, la guérison a été obtenue au bout de quelques séances de 10 minutes, avec un courant d'une intensité de 10 m A. Les filaments urétraux disparaissent rapidement, les difficultés de la miction s'évanouissent, ainsi que la fréquence des mictions, les douleurs à l'érection : ces résultats semblent en outre être durables.

(Mémoire in extenso in *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie*, T. XII, 1909)

Appareil à champ magnétique tournant, pour la mesure des courants de haute fréquence, et des courants induits (courants faradiques), employés dans les applications médicales de l'électricité.

Par M. R. ARNO (de Milan).

L'auteur a constaté que lorsqu'un disque ou un cylindre magnétique plongé dans un champ magnétique tournant, est soumis à l'action de courants alternatifs ou interrompus même faibles, on obtient une variation du retard de l'aimantation qui suit la rotation du champ. Si le courant alternatif est d'une grande fréquence, le phénomène est encore évident même si l'intensité de ce courant est extrêmement faible.

Tel est le principe de l'appareil de M. Arno, qui comprend deux cylindres creux d'acier montés sur un axe commun de rotation placés chacun respectivement dans un champ magnétique : les deux champs magnétiques sont de sens contraire mais d'égale intensité, afin d'annuler

leurs actions sur un équipage mobile. Mais si l'un des cylindres est soumis en même temps à l'action du courant à mesurer, l'équilibre est rompu et l'équipage mobile est dévié.

La déviation notée dépend de l'intensité, de la fréquence et de la loi de variation du champ magnétique produit par le courant à mesurer. Il s'ensuit que l'on n'a pas dans cet appareil un simple ampéremètre très sensible, mais un instrument capable de donner des indications d'un genre beaucoup plus complexe et de rendre surtout des services dans la mesure des courants employés dans les applications médicales.

(Mémoire original in *Annales d'Electrobiologie et de Radiologie,* T. X, 1907, p. 45-47).

DISCUSSION

M DOUMER signale l'importance que peut avoir cet appareil dans les mesures des courants de haute fréquence, et il souhaite que l'auteur puisse l'adapter à la mesure, non seulement des longueurs d'onde, mais encore de la *fréquence réelle*, et non pas de la fréquence théorique des oscillations, c'est-à-dire de leur nombre à la seconde.

M. GHIRELLI ayant eu l'occasion de faire, à ce propos, quelques expériences, confirme les expériences de l'inventeur, puisqu'il a pu lui aussi obtenir, par ce moyen, de très brillants résultats.

Bronchoscopie supérieure pour l'extraction d'un corps étranger de la ramification inférieure de la bronche gauche sous le contrôle de la radioscopie.

Par M. MASSOBRIO (de Turin).

Il s'agissait d'un enfant de sept ans, qui avait introduit dans ses voies respiratoires un clou de fauteuil. La respiration sifflante, la toux opiniâtre, et les accès de suffocation qui se manifestèrent aussitôt après, n'éclaircirent pas le diagnostic On supposa que le corps étranger avait passé par les voies digestives et l'on n'institua aucun traitement.

Le malade fut transporté à l'hôpital un mois et demi seulement après l'accident. La radioscopie décéla d'emblée que le corps étranger était allé se loger dans la ramification inférieure de la bronche gauche.

La bronchoscopie supérieure ne permettait pourtant pas de retrouver le corps étranger, car il était complètement enveloppé par la tuméfaction de la muqueuse.

Le traitement fut le suivant : le malade, narcotisé, fut placé sur un lit, la tête fortement étendue ; le plan du lit, formé par des planchettes de bois, permettait de placer au dessous un tube de Röntgen. On plaça l'écran au-dessus du malade, et un miroir à 45 degrés rendit constam-

ment visible, à l'opérateur, l'image du bronchoscope et de l'objet. On réussit ainsi à pratiquer l'extirpation.

De l'importance de la radioscopie systématique dans les lésions traumatiques du squelette dans le bas-âge.

Par M. MASSOBRIO (de Turin).

Dans l'examen des lésions traumatiques du squelette dans le jeune âge, il est le plus souvent impossible d'établir un diagnostic par la palpation, et la radioscopie s'impose. Des factures à petits déplacements peuvent ne s'accompagner que de faibles symptômes et simuler une entorse.

Ainsi chez un enfaut qui, à l'âge de sept ans, s'était fracturé le poignet droit dans une chute, on avait fait le diagnostic de simple entorse. La guérison apparente s'ensuivit et dura trois ans; après ce laps de temps, apparut une déformation en abduction : les mouvements de flexion, d'extension, de pronation devinrent de plus en plus limités : à l'âge de 14 ans, on put constater un arrêt du développement du radius : la lésion causée par la chute sept ans auparavant avait porté sur le cartilage d'accroissement et arrêté complètement le développement de l'os : d'où déformation permanente. Il s'ensuit qu'un examen radioscopique pratiqué au moment du traumatisme aurait permis une intervention efficace et empêché la déformation ultérieure.

Tumeur (exostose) de la selle turcique, mise en évidence par la radiographie.

Par M. MASSOBRIO (de Turin).

La radiographie du crâne n'a pu, jusqu'à présent, apporter un contribut bien important à nos moyens de diagnostic. Par suite de la constitution de la boîte crânienne, on ne peut décéler que les états pathologiques dans lesquels se manifeste une destruction ou une production de tissus osseux soit sur la boîte crânienne, soit dans l'intérieur de l'encéphale.

Une jeune fille de quinze ans était atteinte, depuis sept ans, du côté gauche, d'une exophtalmie qui allait toujours croissant, accompagnée d'un affaiblissement de la vue, qui aboutit à une amaurose complète.

La clinique à laquelle la malade appartenait l'envoya à l'auteur avec diagnostic de tumeur endo-orbitaire. C'était à la radiographie de fixer de diagnostic. Sur la plaque, on vit, sur la partie antérieure et

supérieure de la selle turcique, se dessiner nettement une formation à surface supérieure convexe, lisse, du volume d'une petite noix. — Cette néo-formation siège précisément au niveau du chiasma optique, et, vu l'amaurose complète, elle doit comprimer le nerf optique.

Le pouvoir absorbant pour les rayons de cette néo-formation, égal à celui des parties osseuses, permettait d'en déduire la nature osseuse et imposait le diagnostic d'exostose de la selle turcique. Aucune tentative d'extirpation n'a été faite.

Les courants de haute fréquence en thérapeutique *(Leur action sur le développement des enfants).*

Par M. L. VERDIANI (de Volterra)

Les courants de haute fréquence, appliqués par l'auteur au traitement de nombreuses affections, lui ont fourni des résultats surprenants : après quelques considérations générales sur le mode d'action probable de l'électricité, et en particulier des courants de haute fréquence, et sur l'analogie de l'énergie électrique et de l'énergie nerveuse, M. Verdiani insiste sur la possibilité de retirer profit de la haute fréquence dans les cas où, chez les enfants, l'organisme paraît manquer de l'énergie nécessaire à la nutrition générale.

M. Verdiani apporte, à l'appui de ses assertions, trois observations. La première concerne un enfant de 2 ans, dépérissant sans autre raison plausible qu'une nutrition languissante ; les applications d'effluves de haute fréquence transformèrent l'état général des plus précaires de cet enfant en un état très satisfaisant, ainsi qu'il fut démontré par l'augmentation de poids (350 gr. par semaine pendant la cure).

Chez une enfant de 18 mois, présentant quelques troubles digestifs avec diminution du poids, la progression normale reparut aussitôt après quelques applications de haute fréquence.

Enfin, chez une femme de 36 ans, anémique et fatiguée par deux grossesses, avec insuffisance fonctionnelle de tous les organes, le traitement de haute fréquence amena rapidement un relèvement de la nutrition, avec augmentation de l'appétit, assimilation plus parfaite, retour des forces, alors que toutes les autres médications avaient échoué.

(Mémoire in extenso : *Annales d'Electrobiologie*, t. X, 1907, p. 58-67).

DISCUSSION

M. Bellemanière. — Dans un cas analogue, j'ai fait application des courants de haute fréquence selon la méthode de Doumer contre les lésions pulmonaires des sommets chez un enfant de huit ans, dont en outre la croissance était des

plus difficiles. La famille arrivait de la province, pour se fixer à Paris, et d'après l'avis des médecins qui avaient soigné l'enfant, elle le considérait comme absolument condamné.

Six mois de traitement ont fait rétrocéder les lésions pulmonaires et l'enfant a grandi de 5 cm.

Le Dr Bonnefoy, qui est à mes côtés, a vu l'enfant chez moi et a entendu à différentes reprises les parents me témoigner leur gratitude pour cette cure qu'ils considèrent comme miraculeuse.

Auto-compression dans l'examen radioscopique et dans la radiographie du rein.

Par M. TESSARO (de Padoue).

Tube compresseur et limitateur avec dispositif pour radiographies stéréoscopiques.

Par M. V. PUTTI (Bologne).

L'auteur a cherché, dans la construction de son appareil, à obtenir une bonne préservation de la plaque photographique contre les rayons secondaires, une manière facile et efficace de comprimer les parties molles, une mobililité complète de l'ampoule en tous sens et la possibilité d'appliquer l'appareil à toutes les tables et à toutes les positions du malade.

Son appareil se compose d'un support pour bras mobile portant le tube compresseur, et de ce tube lui-même : ce dernier est, sur le support, mobile en tous sens et peut prendre toutes les inclinaisons. C'est un cylindre creux de laiton doublé de plomb de 13 cm. de diamètre. Son ouverture supérieure est vissée à une table rectangulaire de plomb percée d'un trou du diamètre du tube mais qui peut porter plusieurs diaphragmes. Sur cette ouverture est placée l'ampoule de façon que son axe coïncide avec le centre du tube compresseur et, pour la réalisation de cette condition, M. Putti emploie un petit appareil de son invention.

L'auteur a appliqué son tube à la radiographie stéréoscopique Il peut aussi servir pour la radioscopie : le tube compresseur, en effet, n'est que vissé à la table ; on peut donc le détacher et utiliser l'appareil pour les examens radioscopiques, grâce à un dispositif permettant de mettre la table portant l'ampoule dans toutes les positions désirables.

Les communications mises à l'ordre du jour, étant ainsi épuisées, M. *Doumer* propose une :

DISCUSSION SUR L'UNITÉ *H*

M. OUDIN. — Depuis qu'a paru l'unité *H*, je n'ai cessé de m'élever avec toute l'énergie possible contre tout ce qu'elle a d'arbitraire. Je vous disais encore ce matin que je ne pouvais concevoir une unité de mesure basée sur un procédé secret. Serait-elle bonne, qu'il faudrait encore la rejeter, parce que rien ne nous prouve qu'elle sera toujours bonne. — Nous devons, autant que possible, chercher de nous rapprocher des méthodes scientifiques. Je prétends que quand ces pastilles ont été exposées plusieurs fois elles ne se colorent plus de la même façon par les rayons X. Je prétends que ces pastilles ne se ressemblent pas ; que quand elles sont vieilles, elles ne donnent plus la même indication que quand elles sont fraîchement préparées.

Tous les efforts des physiciens devraient donc tendre à nous donner un procédé scientifique dont peut-être ces prétendues unités *H* ont retardé l'apparition en nous donnant une satisfaction apparente.

M. WERTHEIM SALOMONSON, dit qu'on n'emploie presque plus la pastille de Sabouraud en Hollande : avec une humidité habituelle de l'air, qui peut atteindre 80 % et plus, on n'a plus le virement de la pastille, et même avec 8 unités Holzknecht, on n'a pas toujours le changement de couleur voulu.

M. DOUMER proteste, lui aussi, contre l'emploi de la prétendue unité *H* et il est surpris de l'empressement avec lequel le monde médical, qui est habituellement mieux averti, a adopté cette unité.

Il faut que l'on sache que cette unité, à laquelle M. Holzknecht a donné, assez naïvement, comme nom l'initiale de son propre nom, ne possède aucune valeur scientifique ; que *deux H* ne veut nullement dire *une H plus une H ;* que l'échelle créée par l'auteur ne correspond à rien d'exact ; et enfin que les pastilles ont une composition secrète dont rien ne nous garantit la constance Exprimer en ce qu'on appelle Unités *H* les doses de rayons X que l'on administre aux malades, est un véritable trompe-l'œil et une très fausse apparence de rigueur scientifique.

Il propose que le jour, qu'il espère prochain, où l'on trouvera une unité scientifique, on lui donne le nom de Rœntgen, et qu'il soit interdit d'en faire une affaire commerciale.



CINQUIÈME JOURNÉE

DIMANCHE 9 SEPTEMBRE

Dernière séance.

Présidence de M. le Professeur DOUMER

M. *Doumer* lit la dépêche suivante de M. le Président, professeur *Bozzolo* :

Turin, 8 Septembre.

Trop fatigué, regrettant ne pouvoir prendre part à la dernière séance, vous prie présenter au Congrès mes excuses, mes félicitations, mes souhaits. Aux Collègues du Bureau mes remercîments et mes salutations particulières.

M. *Doumer* prononce ensuite le discours suivant :

Les principes fondamentaux de l'Électrothérapie.

MESSIEURS,

Il n'y a pas très longtemps encore, on accusait volontiers l'électrothérapie d'empirisme ; peut être même entendez-vous encore dire autour de vous, par des médecins très peu au courant des progrès qui ont été réalisés récemment dans cette importante branche des sciences médicales, que les médecins électriciens ne sont que de véritables guérisseurs qui opèrent sans méthode et sans science, et qui cherchent bien plus à frapper l'imagination de leurs malades, par une instrumentation compliquée et des applications à grand effet, qu'à utiliser des propriétés thérapeutiques d'ailleurs hypothétiques et illusoires. Peut être concède-t-on à l'électrothérapie la propriété d'agir sur les muscles et sur les nerfs, peut être admet-on son emploi, sans y attacher d'ailleurs une bien grande importance, dans quelques rares maladies nerveuses ou musculaires, mais on lui dénie tout autre propriété biologique ou thérapeutique et on repousse systématiquement son emploi dans les maladies générales ou locales qui

ne dépendent pas immédiatement et directement d'une altération du système nerveux.

Je crois, Messieurs, que le moment est venu de combattre une pareille opinion et de montrer que l'électrothérapie, loin d'être un assemblage plus ou moins coordonné de méthodes empiriques est, au contraire, une des branches les plus scientifiques de l'art de guérir, qu'elle repose sur des principes généraux bien établis et indiscutables, dont dérivent l'immense majorité de ces méthodes, et, enfin, que loin de rester cantonnées dans l'étroit domaine des maladies nerveuses et musculaires, les applications électriques trouvent des indications très précices dans la thérapeutique générale dont elles constituent les méthodes peut-être les plus sûres et les plus efficaces.

C'est qu'en effet l'énergie électrique, sous ses diverses formes, possède des propriétés biologiques générales de tout premier ordre; pendant longtemps elles ont été méconnues, mais elles se dégagent avec tant de netteté des travaux qui se sont accumulés pendant ces vingt dernières années, qu'elles sont aujourd'hui tout à fait hors de doute.

Nous savons maintenant que l'électricité exerce une action très puissante sur la cellule vivante, qu'elle possède une action décongestionnante très réelle, et enfin qu'elle agit sur le système circulatoire et qu'elle modifie, soit dans un sens, soit dans l'autre, la tension artérielle, et que, de ces trois propriétés fondamentales, on peut tirer les trois principes généraux de l'action cellulaire de l'énergie électrique, de son action décongestionnante, et, enfin, de son action vasculaire.

Ce sont là, Messieurs, les trois principes fondamentaux que je me propose de vous exposer, car ils dominent toute l'électrothérapie moderne; ils permettent d'expliquer la plupart des résultats thérapeutiques que nos devanciers du siècle dernier nous ont fait connaitre, et ils permettent aussi de prévoir les conquêtes futures de l'électrothérapie : dans tous les cas, ils nous fourniront à chaque instant des indications précises à l'emploi rationnel et scientifique de l'énergie électrique et ils nous serviront de règles dans notre pratique journalière.



Pour démontrer que l'énergie électrique possède une action réelle sur la cellule vivante, je ne ferai pas état des observations, pourtant si nombreuses, si intéressantes et parfois si précieuses, du bénéfice que l'organisme animal en entier retire des applications électriques locales ou générales auxquelles il peut être soumis, car leur interprétation ne fournit pas en soi aucune preuve décisive de l'action cellulaire de l'électricité. On peut, en effet, expliquer ces améliorations générales

soit par ce simple fait que la cause locale de maladie contre laquelle le traitement est dirigé étant levée, on retentissement sur l'état général cessant, ce dernier se restaure de lui-même, par le jeu normal et régulier des fonctions de l'organisme. C'est ainsi que l'on peut expliquer les améliorations générales si remarquables qui s'observent au cours du traitement électrique des maladies de l'estomac et de l'intestin, et celles, non moins apparentes, que l'on constate chez les utérines dont on traite et guérit l'affection de l'utérus par des applications électriques appropriées. Ces améliorations peuvent être de même nature que celles que l'on constate souvent dans le traitement de ces mêmes maladies par des procédés purement médicaux ou chirurgicaux.

Mais ne les observerait-on que dans les interventions électriques que l'on pourrait encore les expliquer par une action élective de l'électricité sur le système nerveux général de la nutrition : nous verrons précisément plus tard le rôle prépondérant que certains biologistes très éminents ont attribué à cette action nerveuse.

Je ne ferai pas état non plus des recherches également si nombreuses et pour la plupart si bien faites que les biologistes ont instituées dans le but de voir comment varie la formule urinaire au cours de divers traitements électriques. Je ne méconnais certes pas l'importance de pareilles recherches ; il est évidemment du plus haut intérêt de savoir que l'excrétion de l'urée augmente sous l'influence des applications électriques, mais tant qu'il ne sera pas démontré que le taux de l'urée éliminée mesure la vitalité cellulaire ou tout au moins en dépend d'une façon très étroite, on ne peut tirer de cette constatation aucun argument en faveur de l'action cellulaire de l'énergie électrique.

Aussi bien, beaucoup de ces recherches ou de ces observations ont été faites à l'aide de formes de l'énergie électrique où les propriétés biologiques de cette énergie sont marquées ou altérées par des phénomènes secondaires et accessoires auxquels elles donnent naissance. Si nous voulons rechercher les propriétés biologiques spéciales à l'énergié électrique, il est indispensable d'avoir recours aux formes de cette énergie qui ne s'accompagnent ni de phénomènes chimiques ni de phénomènes mécaniques, ni de phénomènes sensoriels. Pour cette raison nous devons renoncer à l'emploi, soit du courant continu, soit du courant faradique, car le premier produit des phénomènes chimiques dont la grandeur est précisément proportionnelle à son intensité. Cet étroit parallélisme entre l'intensité de l'énergie électrique et l'intensité des phénomènes chimiques qu'elle produit ne nous permet pas de faire le départ de ce qui appartient, dans les phénomènes constatés, à l'énergie électrique elle même, et de ce qu'il faut attribuer aux réactions chimi-

ques secondaires des produits de l'électrolyse. Les courants faradiques sont également impropres aux recherches d'électrobiologie générale, car les contractions musculaires qu'ils provoquent interviennent pour masquer les phénomènes biologiques dus exclusivement à l'énergie électrique ; là encore il ne nous est guère possible de savoir ce qui, dans le phénomène biologique global observé, appartient directement à l'électricité elle-même. Nous en sommes donc réduits à nous adresser soit au courant à haute fréquence, soit à la franklinisation, qui ne produisent aucun effet chimique, ou qui n'en produisent que très peu, et qui, lorsqu'ils sont employés convenablement, ne donnent naissance à aucune sensation ni à aucune contraction musculaire Par contre, ils possèdent ce précieux avantage de produire des effets biologiques des plus nets, et tels qu'on ne pourrait pas en produire de pareils avec les autres formes de l'énergie électrique, sans faire courir de sérieux dangers aux organismes en expérience.

Vous connaissez les célèbres expériences du Professeur *d'Arsonval*; vous savez que si l'on place un animal dans le grand solénoïde de ce savant, on constate une augmentation considérable de ses échanges respiratoires. *D'Arsonval* a trouvé que, dans certaines conditions, la production d'acide carbonique était accrue de 14 % de sa quantité normale, ce qui suppose une augmentation proportionnelle du volume de l'oxygène absorbé. Cette expérience très simple et capitale, puisqu'elle établit que les combustions organiques, c'est-à-dire que la vitalité cellulaire qui leur est étroitement liée, sont accrues dans des proportions considérables sous l'influence des courants à Haute fréquence. Pour mieux établir ce grand fait biologique, et en bien préciser la nature, *d'Arsonval* a montré que sous l'influence de ces courants, la chaleur dégagée par l'être vivant se trouvait être accrue également et que l'accroissement de la chaleur dégagée correspondait à l'accroissement des échanges respiratoires.

Or, je le répète, car ce fait mérite d'être souligné, dans cette belle expérience si élégante si démonstrative et à la fois si simple, il n'y a production ni de phénomènes chimiques, ni de phénomènes mécaniques, ni de phénomènes sensoriels d'aucune sorte. L'organisme est plongé dans un champ magnétique, oscillant sinusoïdalement, dont les oscillations induisent dans la profondeur de ses tissus, des courants oscillant également sinusoïdalement et qui, bien qu'ils s'y propagent à l'aide des ions qu'ils contiennent, n'y produisent aucun effet polymérisateur, ni aucun déplacement permanent et durable des masses ioniques. Nous ne pouvons donc, en aucune façon, attribuer les effets constatés à des réactions chimiques secondaires, ni à des modifications des milieux nutritifs dans lesquels vivent les cellules, et nous sommes ainsi conduits à les

rattacher très étroitement et directement à l'action de l'énergie électrique elle-même.

On peut rapprocher des expériences précédentes celles de ***Pisani*** sur l'action de la franklinisation sur la thermogénèse. Cet habile expérimentateur enfermait ses sujets, placés sur un tabouret isolant relié à une machine électro-statique dans la cabine calorimétrique du Professeur ***Montuori***, dont la cheminée d'appel contenait le réservoir d'un thermomètre enregistreur très sensible. Il put ainsi constater que, sous l'influence du bain électro-statique (qu'il fût d'ailleurs positif ou négatif), il se produisait chaque fois une augmentation manifeste de la chaleur dégagée, que cette augmentation durait non seulement pendant toute l'électrisation, mais encore qu'elle lui survivait.

Cette augmentation enregistrée par le thermomètre ne peut être attribuée ni à l'accroissement des courants de convection dont est animée la masse d'air qui enveloppe le sujet en expérience, ni à une augmentation du pouvoir émissif du corps, car cet auteur a constaté qu'elle s'accompagnait toujours d'une élévation très appréciable de la température du sujet. Il faut donc, de toute nécessité, qu'elle soit due à une surproduction de chaleur animale, c'est-à-dire à une augmentation de la thermogénèse.

Il est difficile d'attribuer cette augmentation de la thermogénèse à une cause autre que l'énergie électrique elle-même ; je sais bien que le Professeur *Schatzky*, par de fort ingénieuses expériences, a montré que, même dans le simple bain statique, il y a production de phénomènes chimiques et véritable polymérisation des ions, et l'on pourrait être tenté d'expliquer la suractivité organique, correspondant à l'accroissement constaté de la chaleur dégagée, par la modification chimique, soit des cellules, soit des milieux où elles vivent. Mais je ne crois pas qu'une pareille explication soit admissible, d'abord parce que ces phénomènes chimiques sont très faibles, parce qu'ils siègent dans les couches les plus superficielles de la peau, ou, naturellement, l'activité cellulaire est très réduite et où par conséquent la thermogénèse est naturellement très faible, et, enfin, parce que ces réactions chimiques, très peu intenses déjà, sont réparties sur la surface entière du corps, ce qui en diminue encore l'influence. Donc, comme les expériences dè ***d'Arsonval***, les expériences de *Pisani* démontrent que l'énergie électrique active les échanges nutritifs de l'organisme.

Il nous reste maintenant à examiner par quel mécanisme se produit cette suractivité. Jusqu'ici rien ne démontre qu'elle soit due à une action cellulaire de l'électricité. On peut, en effet, l'expliquer par une action spéciale sur le système nerveux sympathique qui préside aux fonctions

de la nutrition générale. Cette attribution paraît d'abord d'autant plus légitime que le savant professeur du collège de France a démontré que les courants de Haute fréquence produisent une véritable vaso-dilatation. Sans doute, dans l'expérimentation avec les courants à Haute fréquence, une pareille explication est satisfaisante et il se peut qu'une partie de l'excès de chaleur soit due à une pareille cause, mais elle n'est plus valable pour l'interprétation des résultats obtenus par *Pisani*, car, nous allons le voir dans un instant, la franklinisation, au lieu de produire une vaso-dilatation, produit, au contraire, une vaso-constriction très manifeste : dans ce cas la suractivité organique ne semble donc pas devoir être due à une suractivité circulatoire. D'ailleurs, nous trouvons, dans d'autres expériences très anciennes, la preuve la plus péremptoire qu'on puisse imaginer de l'action directe de l'énergie électrique sur la cellule vivante elle-même, sans aucune intervention d'un système nerveux quelconque : je veux parler des expériences, classiques aujourd'hui, que fit l'abbé *Nollet*, au XVIIIe siècle, sur des végétaux divers.

Ce physicien a montré que si l'on soumet des semis à l'action systématique de l'électricité statique, la seule forme de l'énergie électrique dont on pouvait disposer alors, les graines lèvent plus vite que dans les semis de comparaison, placés dans les mêmes conditions d'assolement, d'arrosage, de température et d'exposition, mais non électrisés ; que les plantes qui en proviennent, si l'on continue l'électrisation, sont plus vigoureuses, en avance manifeste au point de vue du développement, plus vertes, plus corsées, qu'elles donnent un poids de graines plus grand et une récolte générale plus abondante.

Ces expériences, qui firent grand bruit à l'époque, et qui ont suscité toutes les tentatives d'électro-culture qui ont été faites au siècle dernier, ont été reprises, dans le courant de ces vingt dernières années, par M. *Berthelot*, qui les a répétées en s'entourant de toutes les précautions qu'ont pu lui suggérer les découvertes biologiques récentes et qui a étudié les phénomènes constatés par l'abbé *Nollet*, à la lumière des données de la chimie moderne. Or, non seulement il est arrivé aux mêmes conclusions que l'abbé *Nollet*, mais encore il les a précisées et leur a donné une portée plus grande en montrant que les plantes électrisées fixaient plus d'azote (de 10 à 14 °/$_0$) que les plantes similaires placées dans les mêmes conditions expérimentales mais non électrisées. Cette dernière constatation est pour nous du plus grand intérêt, puisqu'on sait aujourd'hui que la fixation de l'azote par un végétal mesure, en quelque sorte, sa vitalité organique, et puisqu'elle nous conduit à admettre que, pour les végétaux, l'électrisation augmente cette vitalité organique. Je sais bien que l'on peut attribuer cette action bienfaisante sur les végétaux à une

action indirecte et objecter que la fixation de l'azote est précédée d'un travail microbien de nitrification qui se passe dans le sol, et qu'il se pourrait que l'électricité agisse en favorisant ce travail de nitrification. Cette hypothèse n'est pourtant guère probable, car il me semble difficile de porter à un certain potentiel des micro-organismes contenus dans le sol, ce réservoir commun où viennent se perdre et se confondre toutes les charges électriques, mais serait elle exacte que l'argument que je cherche dans les expériences de l'abbé *Nollet* ne perdrait rien de sa valeur, puisque je le retrouverais tout entier dans l'action exercée par l'électricité sur des micro-organismes dénués de toute trace de système nerveux.

Il faut donc admettre que tout au moins les deux formes de l'énergie électrique dont je viens de parler exercent une puissante action sur la vie de la cellule elle-même. J'ai dit tout à l'heure pourquoi avec les courants continus et les courants faradiques il était difficile de faire des expériences probantes dans le même sens ; cependant, si l'on réfléchit que même ces deux dernières formes de l'énergie électrique donnent des effets analogues, on est en droit d'étendre jusqu'à elles les conclusions précédentes. L'énergie électrique, sous ces diverses formes, possède donc une action indéniable sur les cellules vivantes, qui se retrouve toujours semblable à elle-même, qui consiste dans une augmentation de la vitalité cellulaire et qui se traduit toujours par une augmentation des échanges nutritifs de la matière vivante. Ce qui n'empêche pas chaque cellule de réagir suivant sa nature et sa différenciation aux excitations électriques ; la cellule nerveuse sensitive réagira par une sensation, la cellule nerveuse motrice par une excitation du muscle, la cellule musculaire par une contraction, la cellule glandulaire par une sécrétion plus abondante, etc ; ce sont là les réponses spéciales de certaines cellules aux excitants électriques qui dépendent de leur nature propre et qui rendent apparent, à nos sens ou à nos grossiers moyens d'investigation, l'action de l'énergie électrique. Mais à côté de ces réponses, apparentes à première vue, chaque cellule en rendra d'autres moins faciles à constater directement et qui consistent dans un accroissement de ses échanges nutritifs.

Sans doute, le mécanisme de cette action nous échappe encore. L'électricité agit-elle sur le milieu nutritif de la cellule ? Agit-elle sur les propriétés osmotiques de la membrane ? Ou agit-elle sur le protoplasma cellulaire, sur la matière vivante elle-même ? C'est ce que nous ignorons encore Mais quoiqu'il soit probable que cette action soit complexe et qu'elle s'exerce à la fois sur les trois éléments dont je viens de parler, je crois cependant que son action est surtout protoplasmique. Mais c'est là un point que je ne veux pas aborder pour le moment : il me suffit de vous avoir montré, dans cette première partie de ma conférence, que l'énergie électrique possède une action cellulaire.

***

Les deux derniers principes dont il me reste maintenant à vous entrenir n'ont pas la même portée générale, ni la même importance philosophique que le principe de l'action cellulaire, mais, au point de vue purement thérapeutique et pratique, leur importance est extrême, en raison des indications précises qu'ils nous fournissent et des applications nombreuses que l'on en peut faire.

C'est en 1891 que j'ai entrevu le principe de l'action décongestionnante de l'énergie électrique. A cette époque déjà lointaine, l'opinion que l'électricité franklinienne n'agissait que par suggestion régnait en maîtresse, non seulement dans le grand public médical qui dédaignait les ressources thérapeutiques qu'il en pourait tirer, mais même dans les milieux plus spécialisés et, partant, mieux avertis, des médecins électriciens. Je venais de remarquer que des pointes de feu qui avaient été faites à une malade que je soignais par la franklinisation pour des phénomènes neurasthéniques, guérissaient avec une rapidité beaucoup plus grande dans les parties du corps que je soumettais à l'effluvation statique que dans celles que je n'électrisais pas directement; l'idée me vint alors d'entreprendre une série de recherches pour démontrer la réalité des effets curatifs de la franklinisation, et pour cela je choisis, pour les soumettre à cette action thérapeutique, des maladies de la peau qui, par leur caractère, leur siège, leur nature, se prêtaient merveilleusement à des expérimentations de ce genre. Mon collègue regretté, feu le Professeur *Leloir*, le dermatologiste bien connu, se mit très aimablement à ma disposition, soit pour me fournir des malades de sa clinique, soit pour suivre, avec sa haute compétence, les recherches que je me proposais de faire.

C'est au cours de ces recherches, dont les détails ont été publiés en 1892, que j'ai fait la remarque suivante : des maladies de la peau de même nature guérissent d'autant plus rapidement que les phénomènes inflammatoires qui les accompagnent sont plus intenses. C'est dans la grande classe des eczémas, des impetigos et des ulcères de jambes, que ce fait m'apparut avec la plus grande netteté. Plus l'eczéma, par exemple, est aigu, plus vite il cède à l'effluvation statique. Ce fait, Messieurs, vous avez tous pu le constater vous-mêmes, pour peu que vous ayez soigné des eczémas ou des ulcères variqueux. Il me fit tout de suite penser que l'intervention électrique agit directement sur les phénomènes inflammatoires. Cette idée ne fit d'ailleurs que se confirmer par l'analyse de chaque cas isolé. Je vis, en effet, qu'un des premiers effets du traitement est de faire pâlir l'érythème. Cette action est même parfois tellement rapide qu'une seule séance suffit pour faire pâlir la région malade. Dans l'eczéma aigu, cette action est en quelque sorte primitive, le plus

souvent elle s'accompagne de la diminution du prurit, mais parfois elle peut exister seule ou la précéder.

Ce phénomène est tellement général que, dès cette époque je formulai dans mon esprit le principe de l'action décongestionnante de l'électricité statique et je m'attachai à rechercher si les autres formes de l'énergie électrique ne possèdent pas une action générale analogue, et c'est dans ce but que j'étendis, pendant ces quinze dernières années, mes recherches thérapeutiques à une foule de maladies empruntées à des chapitres les plus divers de la pathologie et que je passais successivement des eczémas et des maladies de la peau à la fissure sphinctéralgique, aux hémorroïdes, aux prostatites, aux métrites, aux affections génitales de l'homme, aux maladies de l'intestin et aux affections thoraciques, et je constatai toujours que, quelle que soit la forme de l'énergie électrique employée, quelle que soit l'affection traitée, toutes les fois qu'il y avait des phénomènes inflammatoires, les malades tiraient de ces applications des bénéfices réels, et je constatai toujours une diminution plus ou moins rapide des phénomènes inflammatoires. Comme pour les eczémas, j'obtins toujours une amélioration plus rapide dans les cas où dominaient les phénomènes inflammatoires que dans ceux où la réaction locale était moins accusée; et je remarquai que le début de l'amélioration consistait toujours dans une diminution de ces phénomènes inflammatoires.

Pendant que je poursuivais ces recherches, d'autres expérimentateurs apportaient des documents nouveaux qui, venant s'ajouter à ceux que j'amassais patiemment, confirmaient dans mon esprit cet mportant principe de l'action décongestionnante de l'énergie électrique. *Gautier*, en 1892, pendant que j'étudiais les effets de la franklinisation sur les maladies de la peau, montrait, de son côté, que les eczémas guérissaient très bien sous l'influence de la faradisation cutanée, et qu'un des premiers symptômes à disparaître était l'inflammation. Trois ans plus tard, *Oudin*, appliquant à la thérapeutique les effluves de résonance qu'il venait de découvrir, montrait que les courants de haute fréquence et de haute tension agissent, dans la cure de l'eczéma et des maladies de la peau, dans le même sens que l'effluvation statique; *Sudnik*, en 1897, montrait l'action favorable de l'effluve de résonance sur les inflammations locales, et en 1899, spécialement sur la blennorragie de l'homme. Depuis, des publications de tous genres, parmi lesquelles je ne citerai que celles de *Cirera Salse*, sur l'anthrax, vinrent ou bien confirmer les faits déjà connus ou bien ajouter de nouveaux états pathologiques à la liste déjà longue des maladies inflammatoires traitées avec succès par l'électrothérapie, si bien que le principe de

l'action décongestionnante de l'électricité sous toutes ses formes semble tout à fait hors de doute et constituer une des grandes bases de nos procédés électrothérapiques.

Mais si l'on cherche le mécanisme qui présida à cette action, on est assez embarassé. On pourrait invoquer l'action bactéricide ou atténuante de l'électricité. Certains auteurs, à la suite de d'*Arsonval* et *Charrin*, ont cru constater une pareille propriété, mais je dois dire que d'autres savants, et non des moindres, ont tenté en vain de modifier des cultures de microbes pathégènes, de sorte que cette action microbicide ou atténuante reste donc encore à démontrer. Elle me semble d'ailleurs très problématique, d'après ce que nous savons de l'énergie électrique sur la cellule vivante, car il serait étrange que l'influence de l'électricité s'exerce précisément, dans le sens de nos besoins et de nos désirs, favorablement sur les microbes utiles et sur les cellules de nos tissus et défavorablement sur les microbes pathogènes. Mais serait-elle vraie qu'elle serait peu appliquable à l'interprétation de ces phénomènes qui nous occupent, si l'on songe aux intensités formidables que d'*Arsonval* et *Charrin* devaient employer pour atténuer ou pour tuer les cultures de microbes pathogènes, intensités qui sont hors de proportions avec celles que nous employons dans nos usages thérapeutiques. Mais si l'on observe ce qui se passe dans un tissu congestionné sous l'influence de l'effluvation statique, peut-être pourra-t-on trouver un rudiment d'explication. Si à l'aide d'une goutte d'acide sulfurique, on produit une irritation légère de la membrane interdigitale de la patte d'une grenouille, on remarque que les vaisseaux présentent une irrégularité de forme caractéristique de l'inflammation ; par place, ils sont sténosés ; ailleurs, ils sont, au contraire, en dilatation ampullaire ; le sang dont ils sont remplis, tantôt est immobile et en stase ; tantôt il est chassé dans un sens, puis dans l'autre, comme s'il y avait une véritable ataxie de la circulation. Dès qu'on effluve la région, on voit cet état d'ataxie se modifier : très rapidement les sténoses se desserrent, les dilatations se rétrécissent et le sang reprend peu à peu son cours normal, comme si l'énergie électrique avait agi en faisant cesser cet état d'ataxie circulatoire, en ramenant le calibre des vaisseaux à leurs dimensions normales. Elle agirait donc en favorisant le drainage de la région enflammée, et, par conséquent, en favorisant l'arrivée des leucocytes, ces grands policiers du milieu interne. Si cette interprétation était exacte, l'action décongestionnante de l'électricité serait une conséquence de son action sur la circulation.

Or, cette action est aujourd'hui tout à fait démontrée. C'est encore d'*Arsonval* qui, le premier, a constaté l'action de l'électricité sur

l'appareil circulatoire ; dès ses premières expériences avec les courants de haute fréquence, il a remarqué que, sous l'influence de l'autoconduction, ou mieux encore aux points d'application des courants de haute fréquence dérivés du petit solénoïde, la peau devient moite et est le siège d'une transpiration plus abondante qu'à l'état normal. Il a attribué ce fait à une circulation périphérique plus intense, et pour démontrer la réalité de cet accroissement de la circulation périphérique, il fit sur le chien des expériences directes, qui lui permirent de démontrer que sous l'influence de ces sortes de courant il se produit une véritable vaso-dilation. Les recherches qu'il fit au lit du malade furent, il est vrai, assez contradictoires, puisqu'il obtint dans des cas pourtant assez semblables, tantôt une diminution de la pression sanguine, tantôt, au contraire, une augmentation. Mais c'est surtout *Moutier* qui a eu le mérite de signaler le premier, d'une façon positive, chez des malades, ces variations de la tension artérielle sous l'influence des courants de haute fréquence.

Ces recherches, confirmées aujourd'hui un peu de tous les côtés, ont fait ressortir une sorte d'antagonisme, à cet égard, entre les effluves de résonnance et les courants par auto-conduction; ces deux procédés agissent bien sur la pression sanguine, mais tandis que les premiers élèvent cette pression, les autres, au contraire, la diminuent.

Les courants de Haute fréquence ne possèdent pas seuls cette action sur l'appareil circulatoire : *Dignat* a montré, il y a deux ans environ, que la franklinisation possède elle aussi la propriété de modifier la tension artérielle et qu'elle agit dans le même sens que les effluves de résonance, c'est-à-dire qu'elle l'élève.

Comme je l'ai fait pressentir dans mon rapport au *Congrès pour l'Avancement des Sciences*, qui s'est tenu à Lyon, en Août 1906, cette action sur l'appareil circulatoire n'appartient pas seulement aux courants de Haute fréquence et à la franklinisation : on la constate encore avec les courants continus et avec la faradisation. J'ai recherché chez de nombreux malades que, pour des affections diverses, je soignais par des courants continus intenses, particulièrement chez des entérocolitiques, la marche de la tension artérielle au cours du traitement; j'ai constaté qu'il se produisait toujours un abaissement, que le malade soit un hypertendu ou qu'il soit, au contraire, un hypotendu; chez ces derniers même, lorsque l'hypotension est considérable, il se produit, au cours des séances, des tendances à la syncope qui peuvent devenir une véritable contre-indication à l'emploi des intensités élevées.

C'est un phénomène inverse que l'on observe avec les courants faradiques et surtout avec la faradisation au fil fin, qui produit une éléva-

tion de la tension artérielle, tellement comparable à celle qu'on obtient avec l'effluve de résonance ou avec la franklinisation, que j'emploie indifféremment pour combattre l'hypotension, soit l'une, soit l'autre, de ces trois formes de l'énergie électrique.

De l'ensemble de ces faits il ressort donc que sous toutes ses formes l'énergie électrique exerce une réelle action sur la tension artérielle, et par conséquent sur l'appareil circulatoire. Mais ici une distinction s'impose entre ces diverses formes, car si elles exercent toutes une action réelle, les unes sont antagonistes des autres au point de vue du sens des phénomènes. Si nous groupons ensemble toutes les applications que produisent une augmentation de la tension sanguine et toutes celles qui produisent, au contraire, une diminution, nous voyons que toutes celles qui ont une action hypotensive sont des applications où on utilise la *quantité* de l'énergie électrique (autoconduction, dérivation sur le petit solénoïde d'*Arsonval*, courant continu), et que toutes celles qui, au contraire, sont hypertensives, sont des applications où on utilise la *tension* de l'énergie électrique (effluve de haute fréquence, franklinisation, faradisation au fil fin). Au point de vue physiologique, les premières (méthodes de quantité) produisent une sorte de vaso dilatation, une irrigation plus abondante et plus facile dans les capillaires, une diminution du travail du cœur, tandis que les secondes que nous désignerons sous le nom de méthodes de tension, produisent, au contraire- de la vaso-constriction, une ischémie relative périphérique, et probable, ment une augmentation du travail du cœur.

Tels sont, Messieurs, les trois principes fondamentaux de l'électrothérapie que l'on peut dégager de l'ensemble des découvertes qui ont été réalisées dans le cours de ces vingt dernières années : leur importance ne vous échappera pas. Non seulement ils légitiment les applications électriques faites à un point de vue thérapeutique, mais encore ils les coordonnent, ils les systématisent en quelque sorte et expliquent les résultats qu'elles nous donnent. Mais ils font plus encore, en nous donnant des indications générales, comme je vous le disais au début de cette conférence, ils nous serviront de règle et de guide dans notre pratique journalière ; mais ils ont une portée plus haute encore, puisqu'ils font entrer l'électrothérapie, que l'on cantonnait jusqu'ici dans l'étroit domaine des maladies nerveuses, dans la thérapeutique générale, où elle a produit déjà une véritable révolution et où elle nous réserve des découvertes que l'on peut entrevoir, et qui en feront, je le pense, l'agent le plus souple, le plus maniable et le plus merveilleux que le médecin ait jamais eu à sa disposition.

Sur la proposition du Bureau, sont nommés membres de la Commission internationale :

MM. Oudin (de Paris);
Deane Butcher (de Londres);
L. Cirera Salse (de Barcelone);
L. Mann (de Breslau);
J. Cluzet (de Toulouse);
Bozzolo (de Turin);
C. Luraschi (de Milan).

Sur la proposition de la Commission internationale, on décide que le prochain Congrès d'Electrobiologie et de Radiologie médicales aura lieu à *Amsterdam*, pendant la première quinzaine de Septembre 1908.

Le troisième Congrès est déclaré clos et la séance est levée.

TABLE DES AUTEURS

Les noms des auteurs qui ont fait des communications au Congrès sont imprimés en caractères gras.

TABLE DES MATIÈRES

PAR ORDRE CHRONOLOGIQUE

TABLE DES RAPPORTS

TABLE DES MATIÈRES

ÉLECTRICITÉ

ÉLECTROLOGIE — ÉLECTROPHYSIOLOGIE

ÉLECTROTHÉRAPIE

ÉLECTRODIAGNOSTIC

TECHNIQUE

RADIOLOGIE

RADIOTHÉRAPIE

RADIODIAGNOSTIC

TECHNIQUE

RADIUM

LUMIÈRE

Lille. Imp. Camille Robbe.



61

